

রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং-২

এসএসসি ও দাখিল (ভোকেশনাল)

নবম-দশম শ্রেণি



জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক প্রকাশিত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রণীত



বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড কর্তৃক ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও
দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের নবম ও দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং-২

Refrigeration and Air-conditioning-2

প্রথম ও দ্বিতীয় পত্র

নবম-দশম শ্রেণি

লেখক

ইঞ্জি. ড. মোঃ সিরাজুল ইসলাম
বিএসসি ইঞ্জিনিয়ারিং (মেকানিক্যাল)
এমএসসি ইঞ্জিনিয়ারিং, বুয়েট, পিএইচডি
ও

অধ্যক্ষ

জয়গাড়া টেকনিক্যাল স্কুল ও কলেজ
দোহার, ঢাকা

সম্পাদক

মোঃ সোলায়মান
বিএসসি ইঞ্জিনিয়ারিং (ইলেকট্রিক্যাল অ্যান্ড ইলেকট্রনিক্স)

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ কর্তৃক প্রকাশিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত।

[প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্বত্ত্ব সংরক্ষিত]

পরীক্ষামূলক সংস্করণ

প্রথম প্রকাশ : নভেম্বর, ২০১৬

পুনর্মুদ্রণ : আগস্ট, ২০১৭

ডিজাইন

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গ-কথা

শিক্ষা জাতীয় জীবনের সর্বতোমুখী উন্নয়নের পূর্বশর্ত। দ্রুত পরিবর্তনশীল বিশ্বের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলা করে বাংলাদেশকে উন্নয়ন ও সমৃদ্ধির দিকে নিয়ে যাওয়ার জন্য প্রয়োজন সুশিক্ষিত-দক্ষ মানব সম্পদ। কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা দক্ষ মানব সম্পদ উন্নয়ন, দারিদ্র্য বিমোচন, কর্মসংস্থান এবং আত্মনির্ভরশীল হয়ে বেকার সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখছে। বাংলাদেশের মতো উন্নয়নশীল দেশে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার ব্যাপক প্রসারের কোনো বিকল্প নেই। তাই ক্রমপরিবর্তনশীল অর্থনীতির সঙ্গে দেশে ও বিদেশে কারিগরি শিক্ষায় শিক্ষিত দক্ষ জনশক্তির চাহিদা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ কারণে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) স্তরের শিক্ষাক্রম ইতোমধ্যে পরিমার্জন করে যুগোপযোগী করা হয়েছে।

শিক্ষাক্রম উন্নয়ন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে প্রণীত পাঠ্যপুস্তকসমূহ পরিবর্তনশীল চাহিদার পরিপ্রেক্ষিতে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) পর্যায়ে অধ্যয়নরত শিক্ষার্থীদের যথাযথভাবে কারিগরি শিক্ষায় দক্ষ করে গড়ে তুলতে সক্ষম হবে। অভ্যন্তরীণ ও বহির্বিশ্বে কর্মসংস্থানের সুযোগ সৃষ্টি এবং আত্মকর্মসংস্থানে উদ্যোগী হওয়াসহ উচ্চশিক্ষার পথ সুগম হবে। ফলে রূপকল্প-২০২১ অনুযায়ী জাতিকে বিজ্ঞানমনস্ক ও প্রশিক্ষিত করে ডিজিটাল বাংলাদেশ নির্মাণে আমরা উজ্জীবিত।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার ২০০৯ শিক্ষাবর্ষ হতে সকলস্তরের পাঠ্যপুস্তক বিনামূল্যে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিতরণ করার যুগান্তকারী সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। কোমলমতি শিক্ষার্থীদের আরও আগ্রহী, কৌতূহলী ও মনোযোগী করার জন্য মাননীয় প্রধানমন্ত্রী শেখ হাসিনার নেতৃত্বে আওয়ামী লীগ সরকার প্রাক-প্রাথমিক, প্রাথমিক, মাধ্যমিকস্তর থেকে শুরু করে ইবতেদায়ী, দাখিল, দাখিল ভোকেশনাল ও এসএসসি ভোকেশনালস্তরের পাঠ্যপুস্তকসমূহ চার রঙে উন্নীত করে আকর্ষণীয়, টেকসই ও বিনামূল্যে বিতরণ করার মহৎ উদ্যোগ গ্রহণ করেছে; যা একটি ব্যতিক্রমী প্রয়াস। বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক রচিত ভোকেশনালস্তরের ট্রেড পাঠ্যপুস্তকসমূহ সরকারি সিদ্ধান্তের প্রেক্ষিতে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে সংশোধন ও পরিমার্জন করে মুদ্রণের দায়িত্ব গ্রহণ করে। এ বছর উন্নতমানের কাগজ ও চার রঙের প্রচ্ছদ ব্যবহার করে অতি অল্প সময়ে পাঠ্যপুস্তকটি মুদ্রণ করে প্রকাশ করা হলো।

বানানের ক্ষেত্রে সমতা বিধানের জন্য অনুসৃত হয়েছে বাংলা একাডেমি কর্তৃক প্রণীত বানান রীতি। পাঠ্যপুস্তকটির আরও উন্নয়নের জন্য যে কোনো গঠনমূলক ও যুক্তিসংগত পরামর্শ গুরুত্বের সাথে বিবেচিত হবে। শিক্ষার্থীদের হাতে সময়মত বই পৌঁছে দেওয়ার জন্য মুদ্রণের কাজ দ্রুত করতে গিয়ে কিছু ত্রুটি-বিচ্যুতি থেকে যেতে পারে। পরবর্তী সংস্করণে বইটি আরও সুন্দর, প্রাঞ্জল ও ত্রুটিমুক্ত করার চেষ্টা করা হবে। যাঁরা বইটি রচনা, সম্পাদনা, প্রকাশনার কাজে আন্তরিকভাবে মেধা ও শ্রম দিয়ে সহযোগিতা করেছেন তাঁদের জানাই আন্তরিক ধন্যবাদ। পাঠ্যপুস্তকটি শিক্ষার্থীরা আনন্দের সঙ্গে পাঠ করবে এবং তাদের মেধা ও দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে বলে আশা করি।

প্রফেসর নারায়ণ চন্দ্র সাহা

চেয়ারম্যান

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

(১ম পত্র)
তাত্ত্বিক অংশ

অধ্যায়	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
প্রথম	রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং ইন্সট্রুমেন্ট	২-২৭
দ্বিতীয়	রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি	২৮-৪৫
তৃতীয়	রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি ও কমপ্রেসর	৪৬-৫৫
চতুর্থ	কনডেনসার	৫৬-৬৬
পঞ্চম	রিসিভার	৬৭-৬৯
ষষ্ঠ	রেফ্রিজারেট নিয়ন্ত্রক	৭০-৮২
সপ্তম	ইভাপোরেটর	৮৩-৯৪
অষ্টম	রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের আনুষঙ্গিক যন্ত্রাংশ	৯৫-১০৬
নবম	রেফ্রিজারেট	১০৭-১১৩
দশম	রেফ্রিজারেশন পদ্ধতিতে লিক পরীক্ষা	১১৪-১১৬
একাদশ	ভ্যাকুয়াম	১১৭-১২০
দ্বাদশ	রেফ্রিজারেট চার্জিং	১২১-১২৫
ত্রয়োদশ	কমপ্রেসর অয়েল	১২৬-১৩০
চতুর্দশ	রেফ্রিজারেটর	১৩১-১৩৬
পঞ্চদশ	রেফ্রিজারেটরের ক্রটি	১৩৭-১৪২
ষোড়শ	এয়ারকন্ডিশনিং সম্পর্কীয় শব্দ	১৪৩-১৪৫
সপ্তদশ	এয়ারকন্ডিশনিং পদ্ধতি	১৪৬-১৪৯
অষ্টাদশ	উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার	১৫০-১৫৬
উনবিংশ	উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ক্রটি	১৫৭-১৬১
বিংশ	উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ফ্যান মোটর	১৬২-১৬৬
একবিংশ	উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের স্থাপন	১৬৭-১৭০
দ্বাবিংশ	উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার রক্ষণাবেক্ষণ	১৭১-১৭৪
ত্রয়োবিংশ	ওয়াটার কুলার	১৭৫-১৮১
চতুর্বিংশ	বোতল কুলার	১৮২-১৮৪
ব্যবহারিক কাজ		১৮৫-২২২

(২য় পত্র)
তাত্ত্বিক অংশ

অধ্যায়	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা নং
প্রথম	সাইক্লোমেট্রিক চার্ট	২২৪-২৩০
দ্বিতীয়	এয়ারকন্ডিশনিং পদ্ধতি	২৩১-২৪০
তৃতীয়	ডাইরেক্ট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম	২৪১-২৪৪
চতুর্থ	ইনডাইরেক্ট এয়ারকন্ডিশনিং	২৪৫-২৫০
পঞ্চম	প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার	২৫১-২৫৫
ষষ্ঠ	অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি	২৫৬-২৬২
সপ্তম	আইস প্ল্যান্ট	২৬৩-২৬৯
অষ্টম	ফ্রিকার আইস মেকার	২৭০-২৭৩
নবম	বিভারেজ কুলার	২৭৪-২৭৭
দশম	বিভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনী	২৭৮-২৮৪
একাদশ	অটো এয়ারকন্ডিশনিং	২৮৫-২৯০
দ্বাদশ	স্প্লিট-টাইপ এয়ারকন্ডিশনার	২৯১-২৯৩
ত্রয়োদশ	স্প্লিট-টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপন	২৯৪-২৯৭
চতুর্দশ	স্প্লিট-টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সার্কিট ও রক্ষণাবেক্ষণ	২৯৮-৩০১
পঞ্চদশ	রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার	৩০২-৩০৭
ষোড়শ	ইনডাইরেক্ট (চিলার টাইপ) এয়ারকন্ডিশনিং	৩০৮-৩১৩
ব্যবহারিক কাজ		৩১৪-৩৪০

রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং-২

প্রথম পত্র

নবম শ্রেণি

বিষয় কোড-৯২১৪

প্রথম অধ্যায়
রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং ইন্সট্রুমেন্ট
(Refrigeration and Air-conditioning Instrument)

১.১ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং ইন্সট্রুমেন্টের তালিকা :

১. কম্পাউন্ড গেজ (Compound gauge)
২. হাই প্রেসার গেজ (High pressure gauge)
৩. গেজ মেনিফোল্ড (Gage manifold)
৪. সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড (Single gauge manifold)
৫. ডাবল গেজ মেনিফোল্ড (Double gauge manifold)
৬. লিক ডিটেকটর (Leak detector)
 - হ্যালাইড টর্চ লিক ডিটেকটর (Halide torch)
 - ইলেকট্রনিক লিক ডিটেকটর (Electronic leak Detector)
 - আলট্রাভায়োলেট লাইট (Ultraviolet light)
৭. রেফ্রিজারেন্ট ইনডিকেটিং ইন্সট্রুমেন্ট (Refrigerant indicating instrument)
৮. স্লিং সাইক্রোমিটার (Sling psychrometer)
৯. বাতাসের বেগ পরিমাপক যন্ত্র (Air velocity measuring instrument)
১০. ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্প (Deep vacuum pump)
১১. ভ্যাকুয়াম গেজ (vacuum gage)
১২. থার্মোকপল ভ্যাকুয়াম গেজ বা মাইক্রন গেজ (Thermocouple vacuum gauge or micron gauge)
১৩. প্রসেস টিউব অ্যাডাপ্টর (Process tube adaptor)
১৪. পিয়ার্সিং ভালভ (Piercing valve)
১৫. থার্মোস্ট্যাট টেস্টার (Thermostat tester)
১৬. প্রেসার কাট আউট টেস্টার (Pressure cut out tester)
১৭. ক্যাপিলারি ক্লিনার (Capillary cleaner)
১৮. ডায়াল মনোমিটার (Dial monometer)
১৯. হাইড্রোমিটার (Hydrometer)
২০. ভোল্টমিটার (Volt meter)
২১. অ্যামিটার (Ammeter)
২২. ওহম মিটার (Ohm meter)

২৩. অ্যাভোমিটার বা মাল্টিমিটার (Avometer or Multi-meter)
২৪. ক্যাম্প অন মিটার বা ক্লিপ অন মিটার (Clamp on meter or clip on meter)
২৫. ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার (Capacitor analyzer)
২৬. থার্মোমিটার (Thermometer)
 ১. পকেট থার্মোমিটার (Pocket Thermometer)
 ২. ডায়াল অ্যান্ড স্টেম টাইপ থার্মোমিটার (Dial and stem type thermometer)
 ৩. ডায়াল অ্যান্ড কর্ড টাইপ থার্মোমিটার (Dial and cord type thermometer)
 ৪. ডিজিটাল টাইপ থার্মোমিটার (Digital type thermometer)

১.২ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং ইন্সট্রুমেন্ট চিহ্নিতকরণ :

১. বার্ডন টিউব গেজ
২. কম্পাউন্ড গেজ (Compound gauge)
৩. হাই প্রেসার গেজ (High Pressure gauge)
৪. গেজ মেনিফোল্ড (Gage Manifold) :
 - ক) সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড (Single gauge Manifold)
 - খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড (Double gauge manifold)
৪. লিক ডিটেকটর (Leak Detector)
 - ক) হ্যালাইড টর্চ লিক ডিটেকটর
 - খ) ইলেকট্রনিক লিক ডিটেকটর (Electronic leak Detector)
৫. রেফ্রিজারেন্ট ডাই (Refrigerant Dye)
৬. আলট্রাভায়োলেট ল্যাম্প (Ultra Violet lamp)
৭. ড্রাই নাইট্রোজেন প্রেসার ও সোপ সলিউশন (Dry nitrogen pressure and soap solution)
৮. রেফ্রিজারেন্ট নির্দেশক ইন্সট্রুমেন্ট (Refrigerant indicating Instrument) :
৯. স্লিং সাইক্রোমিটার (Sling sychorometer)
১০. হাইগ্রোমিটার (Hygrometer) :
১১. ভ্যাকুয়াম গেজ (Vaccum gauge) :
 - ক) মাইক্রন গেজ (Micron gauge)
 - খ) থার্মোকপল ভ্যাকুয়াম গেজ (Thermocouple vacuum gauge)
১২. ভ্যাকুয়াম পাম্প (Vaccum pump)
 - ক) সিঙ্গেল স্টেজ ভ্যাকুয়াম পাম্প (Single stage vacuum pump)
 - খ) টু স্টেজ ভ্যাকুয়াম পাম্প (Two stage vacuum pump)
১৩. ক্যাপিলারি টিউব ক্লিনার (Capillary tube cleaner)
১৪. বাতাসের বেগ পরিমাপক যন্ত্র (Air velocity measuring instrument)
 - ক) অ্যানিমোমিটার রোটটিং টাইপ (Anemometer rotating type)
 - খ) অ্যানিমোমিটার হটওয়াইর টাইপ (Anemometer hotwire type)

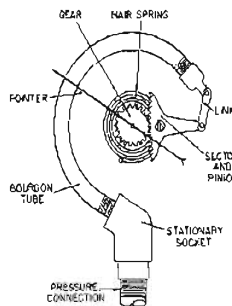
- গ) ভেলোসিমিটার সুইংগিং ভেইন (Velocimeter swinging vane)
 ঘ) ভেলোসিটি প্রেসার পাইলট টিউব (Velocity pressure pilot tube)
 ১৫. অ্যানিমোমিটার রোটরি (Anemometer rotary) :
 ১৬. ভেলোসিমিটার সুইংগিং ভেইন (Velocimeter swinging vane)
 ১৭. থার্মোমিটার (Thermometer)
 (ক) ডায়াল স্টেম থার্মোমিটার
 (খ) গ্লাস স্টেম পকেট থার্মোমিটার
 (গ) রিমোট ভালভ থার্মোমিটার
 ১৮. ডায়াল ম্যানোমিটার (Dial manometer)
 ১৯. হাইড্রোমিটার (Hydrometer) :
 ২০. অ্যামিটার (Ammeter)
 ২১. ওহম মিটার (Ohmmeter) :
 ২২. অ্যাভোমিটার বা মাল্টিমিটার (Avometer or multimeter)
 ২৩. ক্ল্যাম্প অন মিটার (Clamp on meter)
 ২৪. ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার (Capacitor analyzer)
 ২৫. টেস্ট পদ্ধতি
 ওপেন টেস্ট (Open test)
 শর্ট টেস্ট (Short test)
 ২৬. প্রসেস টিউব অ্যাডাপ্টর (process tube adaptor)
 ২৭. পিয়ারসিং ভালভ ((Piercing valve) :
 ২৮. রেফ্রিজারেন্ট রিকভারি ইউনিট (Refrigerant recovery unit)
 ২৯. রেফ্রিজারেন্ট রিসাইক্লিং ইকুইপমেন্ট (Refrigerant recycling equipment) :
 ৩০. ওয়িং স্কেল (Weighing scale) :
 ৩১. ব্রেজিং ইকুইপমেন্ট (Brazing equipment)

১.৩ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং ইন্সট্রুমেন্টের বর্ণনা :

কম্পাউন্ড গেজ (compound gauge) :

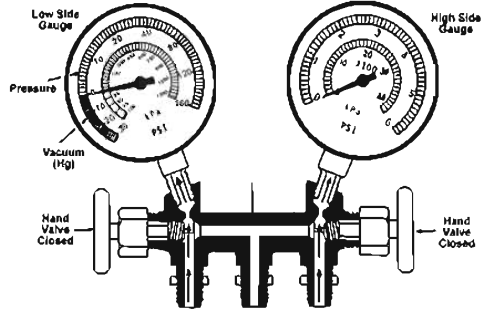
এটি একটি বার্ডন টিউব টাইপ প্রেসার গেজ। বার্ডন টিউবটি দেখতে ইলিপ্স বা উপবৃত্তাকার প্রচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি বাকা টিউব। বাকা টিউবটি একটি গোলাকার আধারে আবৃত থাকে। টিউবের এক প্রান্ত খোলা থাকে।

চিত্র: ১.১ বার্ডন টিউব গেজ



চিত্র : ১.২ কম্পাউন্ড গেজ

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| ১. ড্যাস লাইন | ২. বার্ডন টিউব |
| ৩. গেজ কেজ | ৪. অ্যাডাপ্টর ফিটিং |
| ৫. পয়েন্টার শ্যাফট গিয়ার | ৬. অপারেটিং লিংক |



চিত্র : ১.৩ কম্পাউন্ড গেজ kpaএবংpsi ডায়াল

খোলা প্রান্তটিতে যে প্রবাহীর চাপ পরিমাপ করা হবে তার সাথে সংযুক্ত থাকে। এ প্রান্তে অপারেটিং লিংক এবং পয়েন্টার শ্যাফট গিয়ার সংযুক্ত থাকে। পয়েন্টার শ্যাফট গিয়ারের সাথে চাপ নির্দেশক একটি কাঁটা সংযুক্ত থাকে। কাঁটাটি দাগাঙ্কিত একটি বৃত্তাকার স্কেলের ওপর ডানে বা বামে সরতে পারে। কম্পাউন্ড প্রেসার গেজের সাহায্যে পজিটিভ প্রেসার এবং নেগেটিভ প্রেসার পরিমাপ করা যায়। স্বাভাবিক অবস্থায় কাঁটা ০ তে (শূন্য) অবস্থান করে। শূন্য অবস্থানটি বায়ুমণ্ডলীয় চাপ নির্দেশ করে। বামে-৩০" বা ৭৬০ মি.মি. পারদস্তম্ভ পর্যন্ত দাগ কাঁটা থাকে। ভ্যাকুয়াম বা বায়ুশূন্যতা পরিমাপের জন্য এ স্কেলটি ব্যবহৃত হয়। ডান দিকে ০তে (শূন্য) থেকে ১৫০/২০০/২৫০ পিএসআই বা এর সমতুল্য bar বা kgf/cm^2 অথবা kpa তে দাগ কাঁটা থাকে। রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার সময় এ স্কেল ব্যবহার করা হয়। বার্ডন টিউবে চাপ দিলে টিউব সোজা হতে চেষ্টা করে এবং কাঁটা ডান দিকে পাঠ দেয়। বার্ডন টিউবে চাপ হ্রাস পেলে টিউবটি আরও বাঁকা হতে থাকে এবং পয়েন্টার বামে সরে আসে। এ নীতিতে বার্ডন টিউব কম্পাউন্ড প্রেসার গেজ কাজ করে। একটি স্ট্যান্ডার্ড গেজের সাহায্যে এর ডায়ালে দাগ কাঁটা থাকে।

হাই প্রেসার গেজ (High Pressure gauge) :

হাই প্রেসার গেজও বার্ডন টিউব নীতিতে কাজ করে। এটি দিয়ে নেগেটিভ প্রেসার বা ভ্যাকুয়াম প্রেসার পরিমাপ করা যায় না। হিমায়ন চক্রের হাই সাইড বা হেড প্রেসার পরিমাপের কাজে ব্যবহৃত হয়। এতে ০ (শূন্য) থেকে ৫০০ পিএসআই বা অন্য এককে এর সমতুল্য মানে দাগ কাঁটা থাকে। এক একটি হাই প্রেসার গেজে দুই তিনটি রেফ্রিজারেন্টের তাপমাত্রার চার্ট দেওয়া থাকে। এ থেকে নির্দিষ্ট রেফ্রিজারেন্টের নির্দিষ্ট চাপের অনুযায়ী তাপমাত্রা পাওয়া যায়।

চাপের একক $1\text{bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 100\text{kN/m}^2 = 100\text{K Pa} = 14.5\text{PSI}$



চিত্র : ১.৪ হাই প্রেসার গেজ (High Pressure gauge)

গেজ মেনিফোল্ড (Gauge Manifold) : গেজকে ব্যবহার করার জন্য ধাতুর তৈরি একটি উপাংশের প্রয়োজন হয় যা মেনিফোল্ড নামে পরিচিত। এতে একটি গেজ পোর্ট এবং একটি বা দুটি সার্ভিস পোর্ট থাকে। সার্ভিস পোর্ট নিয়ন্ত্রণের জন্য সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ডে একটি ভালভ থাকে এবং ডাবল গেজ মেনিফোল্ডে দুটি ভালভ থাকে।

সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড (Single gauge Manifold) :

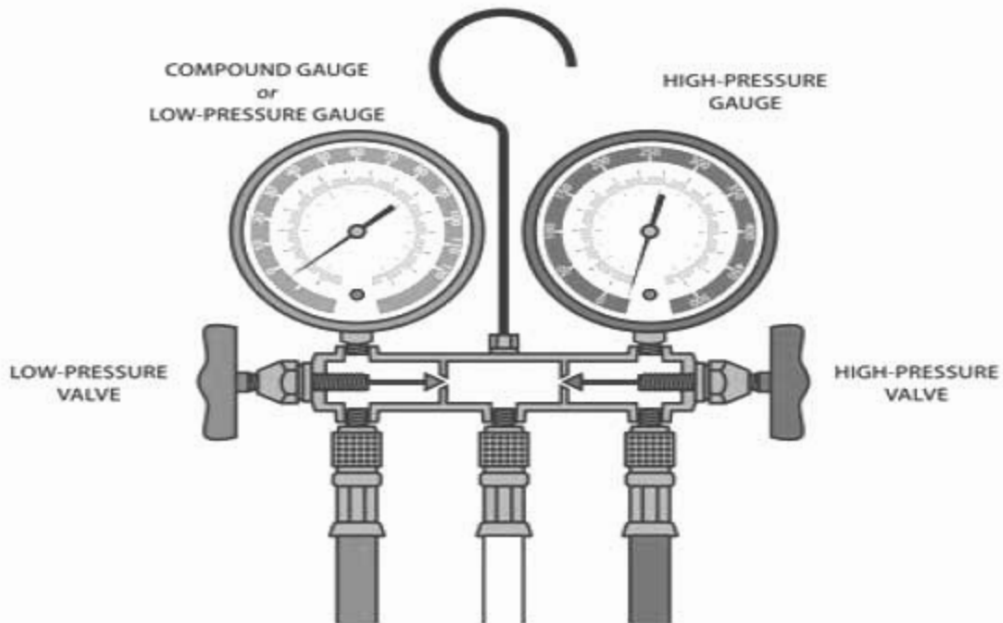
সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড-এর গেজ বরাবর পোর্টটিকে গেজ পোর্ট বলে। সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করলে সিস্টেমের প্রেসার দেখায়। এতে একটি কম্পাউন্ড গেজ লাগানো থাকে যা দিয়ে পজিটিভ ও নেগেটিভ প্রেসার বা ভ্যাকুয়াম প্রেসার পরিমাপ করা যায়। সার্ভিস পোর্টটি ভ্যাকুয়াম পাম্প বা রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার সংযোগ করার কাজে ব্যবহৃত হয়। সার্ভিস পোর্ট এবং গেজ পোর্টের মধ্যে সংযোগ দেওয়া বা বন্ধ করার জন্য একটি হ্যান্ড ভালভ থাকে।



চিত্র : ১.৮ সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড (Single gauge Manifold)

ডাবল গেজ মেনিফোল্ড (Double gauge manifold) :

ডাবল গেজ ফোল্ডে দুটি গেজ ও তিনটি পোর্ট থাকে। গেজ দুটির একটি কম্পাউন্ড গেজ এবং অপরটি হাই প্রেসার গেজ। তিনটি পোর্টের মধ্যে দুই গেজ বরাবর দুটি গেজ পোর্ট এবং মাঝে একটি সার্ভিস পোর্ট থাকে। গেজ পোর্ট দুটি যথাক্রমে হিমায়ন স্ক্রলের লো এবং হাই সাইডে সংযুক্ত করলে সরাসরি লো সাইড ও হাই সাইডের প্রেসার দেখায়। মাঝে পোর্টের সাথে লো এবং হাই সাইডের গেজ পোর্টের সংযোগ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য দুটি ভালভ থাকে। ভালভ দুটি যথাক্রমে লো সাইড হ্যান্ড ভালভ নামে অভিহিত করা হয়। মাঝের সার্ভিস পোর্টের সাথে সাধারণ ভ্যাকুয়াম পাম্প এবং রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার সংযোগ করতে হয়।



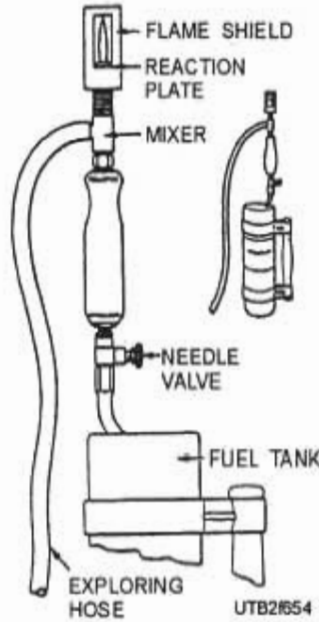
চিত্র : ১.৯ ডাবল গেজ মেনিফোল্ড (Double gauge Manifold)

লিক ডিটেক্টর (Leak Detector) :

হিমাঙ্কক যন্ত্রের হিমারকের লিকের স্থান নির্ণয়ের জন্য যে সকল সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয় তাদেরকে লিক ডিটেক্টর বলে। নিচে কয়েক ধরনের লিক ডিটেক্টরের বর্ণনা দেওয়া হলো-

হ্যালাইড টর্চ লিক ডিটেক্টর (Halide Torch Leak detector) :

এ লিক ডিটেক্টরে ফ্লুরোহাইড্রোকার্বন গ্যাসের ফ্লোরিন বা হ্যালোজেন ব্যবহার করা হয়। ডিটেক্টর ব্যবহার করার জন্য গ্যাস কন্ট্রোল ভালভ খুলে দিয়ে শিখা জ্বালিয়ে দিতে হয়। শিখা যতক্ষণ পর্যন্ত রিঅ্যাক্টর প্রটেক্ট লাল উজ্জ্বল না করে ততক্ষণ পর্যন্ত অশেফা করতে হয়। যতক্ষণ শিখা ৩/৮ ইঞ্চি (৯.৫ মিমি) রিঅ্যাক্টর প্রটেক্টের ওপরে ওঠা পর্যন্ত অ্যাডজাস্ট না হয় ততক্ষণ পর্যন্ত অশেফা করতে হয়। শিখা ৩/৮ ইঞ্চি (৯.৫ মিমি) রিঅ্যাক্টর প্রটেক্টের ওপরে ওঠা পর্যন্ত অ্যাডজাস্ট



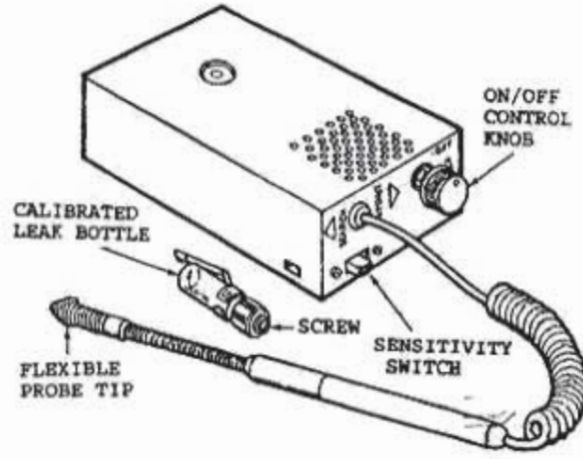
চিত্র : ১.১০ ফ্লামাইড টর্চ লিক ডিটেক্টর

করতে হয়। শিক আশ হোজ বা সার্জ হোজ সপেহজনক লিকের স্থানসমূহে নাড়াতে হয়। শিক আশ হোজে রেফ্রিজারেটের পরিমাপের ওপর ভিত্তি করে শিখার রং পরিবর্তন হয়। নীল শিখা (Blue) কোনো লিক নির্দেশ করে না। উজ্জ্বল সবুজ (Bright green) শিখা সাধারণ লিক নির্দেশ করে এবং বেশি লিক করলে শিখার রং বেগুনী দেখাবে। এ ধরনের শিক ডিটেক্টর শুধু হ্যালোজেন রেফ্রিজারেটের লিক নির্ণয়ে ব্যবহার করা হয়।

ইলেকট্রনিক লিক ডিটেক্টর (Electronic leak Detector) :

ইলেকট্রনিক লিক ডিটেক্টর অন্যান্য সকল লিক ডিটেক্টরের চেয়ে স্পর্শকাতর এবং ব্যবহার করা সহজ। এর সাহায্যে ক্ষুদ্র লিক (100 ppm \pm 5ppm) নির্ণয় করা সম্ভব। এর স্পর্শকাতরতার কারণে পরিষ্কার বায়ুমণ্ডলীয় পরিবেশে এটি ব্যবহার করা উচিত। কারণ বায়ুমণ্ডল রেফ্রিজারেট তেশার, যৌগা, কার্বন ট্রাইক্লোরাইড তেশার বা অন্য কোনো সলভেন্ট তেশার দ্বারা দূষিত Contraminated হলে ভুল তথ্য দিতে পারে। এটি ব্যবহারের সময় ফ্যান ব্যবহার করা উচিত নয়। R-14 ব্যতীত হ্যালোকার্বন রেফ্রিজারেটের লিক নির্ণয় করতে এটি ব্যবহার করা হয়। এটি ব্যাটারি পরিচালিত একটি যন্ত্র। এর অন অফ সুইচ অন করলে এটি লাইট জ্বলা নিভা করতে থাকে অথবা নির্দিষ্ট সময় অন্তর একটি শব্দ করতে থাকে অথবা লাইট এবং শব্দ উভয়ই ক্রিয়া করতে পারে। এই সেলিং ধোব-এর টিপটি আত্রে আত্রে (সেকেন্ড এক ইঞ্চি) সন্ধ্যা লিকের স্থানের ওপর নিচে এবং চারপাশে নাড়াতে হবে। সেলিং ধোব-এর টিপ এ যদি কোনো হ্যালোকার্বন রেফ্রিজারেট এর সেল পায় তাহলে শব্দের গতি বেড়ে যাবে অথবা লাইট অফ/অনের গতি বেড়ে যাবে। রেফ্রিজারেটের পরিমাণ বেশি হলে শব্দের গতি আরও বেড়ে যাবে। ব্যবহারের পূর্বে টেস্ট ধোবের টিপ পরিষ্কার করে নিতে হবে।

উল্লেখ্য, হ্যালোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট বাতাসের চেয়ে ভারী বলে লিক করা রেফ্রিজারেন্ট হিমায়ন বস্তুর নিচের দিকে থাকে। তাই ইলেকট্রনিক লিক ডিটেক্টর ব্যবহারের সময় এর সেলিং শ্রোব নিচের দিকে রেখেটিকে



চিত্র : ১.১১ ইলেকট্রনিক লিক ডিটেক্টর

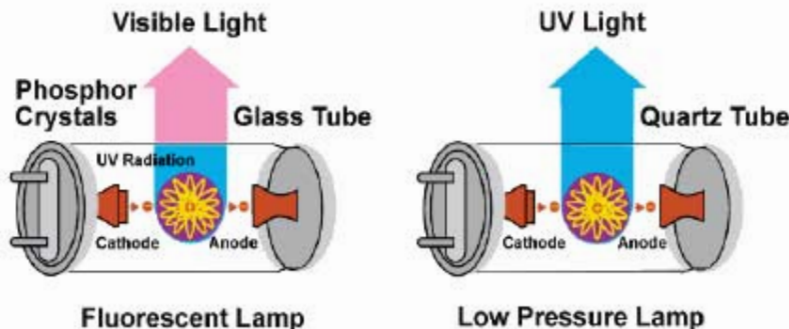
আন্তে আন্তে সরাতে হয়। ইলেকট্রনিক লিক ডিটেক্টরের সাহায্যে লিকএর পিন পয়েন্ট নির্ণয় করা যায় না।

রেফ্রিজারেন্ট ডাই (Refrigerant Dye) :

সামান্য পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট ডাই (রং) লো প্রেসার সাইড দিয়ে চার্জ করে দিলে রেফ্রিজারেন্ট কে রঙিন করে ফেলে এবং লিক হুজ স্থান দিয়ে রঙিন রেফ্রিজারেন্ট বেরিয়ে আসে। সামান্য কাপড় বা টাওয়ারল দিয়ে শুই স্থান মুছে ফেললে লিকের স্থান সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায়।

আল্ট্রাবায়োলেট ল্যাম্প (Ultra Violet lamp) :

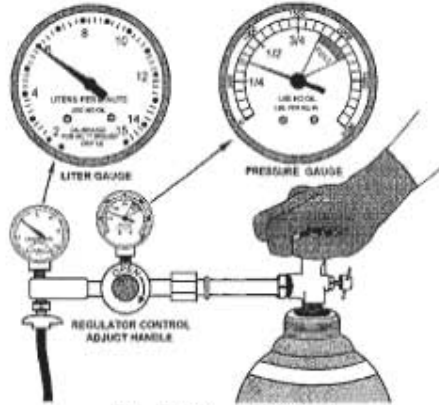
রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের মধ্যে যে শনাক্তকারী পদার্থ যেখানে থাকে লিক করা স্থান দিয়ে শুই তেল বেরিয়ে আসে। ফলে আল্ট্রাবায়োলেট ল্যাম্প-এর আলো শুই স্থানে পড়লে চকচক করে এতে সহজেই লিকের স্থান নির্ণয় করা যায়। এ ধরনের লিক টেস্টিং ইকুইপমেন্ট শুধু যে সিলেটেইে বিনারেল অয়েল এবং স্টারবেস অয়েল থাকে সেখানে ব্যবহার করা যায়। এ ইকুইপমেন্ট ব্যবহারকালে কন্ট্রোল মধ্যে সরাসরি সূর্যের আলো প্রবেশ অনুমোদিত নয়।



চিত্র : ১.১২ আল্ট্রাবায়োলেট ল্যাম্প

ড্রাই নাইট্রোজেন প্রেসার ও সোপ সলিউশন (Dry nitrogen pressure and soap solution)

কোনো সিস্টেম মেরামত করার সময় সিস্টেমে লিক আছে কিনা তা নিশ্চিত হওয়ার জন্য 10bar বা 150PSI চাপে প্রসেস টিউব দিয়ে ড্রাই নাইট্রোজেন চার্জ করতে হবে। একটি পাত্রে সাবান বা অন্য কোনো ডিটারজেন্ট-এর সাথে পানি মিশিয়ে ফেনা তৈরি করতে হবে। একটি পরিষ্কার কাপড় দিয়ে জোড়া দেওয়া স্থানসমূহে এবং সম্ভাব্য লিকের স্থানে সাবানের ফেনা দিয়ে দেখতে হবে কোনো স্থান দিয়ে বুদবুদ উঠে কিনা। যে স্থান দিয়ে বুদবুদ উঠবে ওই স্থানে লিক আছে বুঝতে হবে।



চিত্র : ১.১৩ ড্রাই নাইট্রোজেন সিলিভার ও রেগুলেটর

রেফ্রিজারেন্ট নির্দেশক ইন্সট্রুমেন্ট (Refrigerant indicating Instrument) :

এটি দেখতে বাজের মতো। একটি গেজের ভিতরে বিভিন্ন হিমারকের চাপ ও তার প্রতিবর্তী তাপমাত্রার দাগকাটা থাকে।



চিত্র : ১.১৪ রেফ্রিজারেন্ট নির্দেশক ইন্সট্রুমেন্ট

যে হিমারক পরীক্ষা করতে হবে তার সিলিভারের রেফ্রিজারেন্ট ইনডিকেটরে প্রবেশ করালে রেফ্রিজারেন্ট ইনডিকেটরের মেনিস্কোন্ডে অবস্থান করে এবং এর চাপ অনুসারে ভিতরে তার প্রতিবর্তী তাপমাত্রা নির্দেশ করে। তাপমাত্রা চাপ চার্টের সাথে মিলিয়ে রেফ্রিজারেন্ট-এর ধরন নির্ণয় করা হয়। তাছাড়া আজকাল ইলেকট্রনিক

রেফ্রিজারেন্ট ডিটেকটর পাওয়া যায়। এটি বিদ্যুৎ চালিত ইন্সট্রুমেন্ট। ইন্সট্রুমেন্টে রেফ্রিজারেন্টের নমুনা দিলে কিছুক্ষণের মধ্যে রেফ্রিজারেন্টের ধরন ডিসপ্লে প্যানেলে নির্দেশ করে।

স্লিং সাইক্লামিটার (Sling sychorometer) :

স্লিং সাইক্লামিটারে দুটি থার্মোমিটার পাশাপাশি একই প্লেটের ওপর সন্নিবেশিত থাকে। একটির শুষ্ক এবং অপরটির ভলভ সাদা নরম ভিজা কাপড়ে জড়ানো থাকে। একটিকে ড্রাই ভলভ থার্মোমিটার এবং অপরটিতে ওয়েট ভলভ থার্মোমিটার বলে।

চিত্র ১.১২ অনুযায়ী সাইক্লামিটারের সাথে সংযুক্ত হাতলের সাহায্যে প্রায় ১ মিনিট বাতাসে ঘুরিয়ে ড্রাই ভলভ এবং ওয়েট বাব্ব-এর উচ্চতার পাঠ গ্রহণ করা হয়। একে ওয়েট বাব্ব ডিপ্লেসন বলে। বাতাস যত শুষ্ক হবে ডিপ্লেসন তত বেশি হবে। কারণ শুষ্ক বাতাস ওয়েট বাব্ব-এর ভিজা কাপড়ের বাষ্পীভবন ঘটিয়ে শীতল করে। অর্ধ বাতাসের ডিপ্লেসন কম হয়ে থাকে।



চিত্র : ১.১৫ স্লিং সাইক্লামিটার

হাইগ্রোমিটার (Hygrometer) :

বাতাসে জলীয় কণার পরিমাণ নির্ণয়ের যন্ত্রের নাম হাইগ্রোমিটার। এটি শতকরা হারে পাঠ প্রদান করে। চিত্র : ১.১৩-এ একটি ওয়াল টাইপ হাইগ্রোমিটার দেখানো হয়েছে। এটি তাপমাত্রাও নির্দেশ করে। এ যন্ত্রের অপারেশন নির্ভর করে কতগুলো জলীয় বাষ্প শোষণকারী বস্তুর ওপর। ওই বস্তুগুলোর আকার-আকৃতি নির্ভর করে বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণের ওপর। মানুষের মাথার চুল, কাঠ এবং কাঁইবার এ কাজে ব্যবহার করা যেতে পারে। ইলেকট্রনিক হাইগ্রোমিটারের সাহায্যেও রিলেটিভ হিউমিডিটি পরিমাপ করা যায়। অপারেশনকালে যে স্থানের রিলেটিভ হিউমিডিটি পরিমাপ করতে হবে সে স্থানে এর সেলিং এলিমেন্ট স্থাপন করতে হয়। এ মিটার তাপমাত্রা, রিলেটিভ হিউমিডিটি এবং ডিউ পয়েন্ট পরিমাপ করে।



চিত্র : ১.১৬ স্ক্যাল টাইপ হাইড্রোমিটার

ভ্যাকুয়াম গেজ (Vacuum gage) :

ভ্যাকুয়াম গেজ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের চেয়ে কম চাপ পরিমাপ করে। এতে চাপ ধরনের এককের যে কোনো একটি বা দুটি মাপ ক্যালিব্রেশন করা থাকে। এককগুলো হলো-

Inches of mercury. (In of Hg), pound per square inch absolute (pisa) millimeter of mercury (mm of Hg) or torrs (1 mm of Hg= 1 torrs) এবং মাইক্রোন (micron)। মারকারি ব্যারোমিটার সাধারণত রেজিষ্টারেশন কাজে স্বাভাবিক রেজের ভ্যাকুয়াম পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র : ১.১৭ হাই ভ্যাকুয়াম গেজ (McLeod principle)

অতি উচ্চ ভ্যাকুয়াম পরিমাপের জন্য বিশেষ ইনস্ট্রুমেন্ট থাকে, এতে McLeod gauge ব্যবহার করা হয়।

এ গেজে millimeters of mercury (mm of Hg) বা torrs-এ ক্যালিব্রেশন করা থাকে। এর সাহায্যে 150 torr (150 mm of Hg) থেকে 1 millitorr পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম পরিমাপ করা যায়।

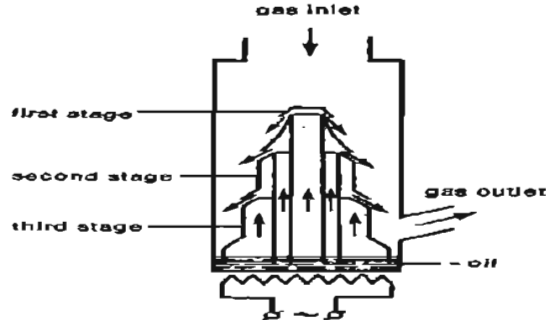
মাইক্রন গেজ বা থার্মোকপল ভ্যাকুয়াম গেজ (Micron gauge or thermocouple vacuum gauge) :

ডিপ ভ্যাকুয়াম বা হাই ভ্যাকুয়াম পরিমাপ করার জন্য একটি ইলেকট্রনিক বা সলিডস্ট্যাট থার্মিস্টর ভ্যাকুয়াম গেজ ব্যবহার করা হয়। সাধারণ ভ্যাকুয়াম গেজ মাইক্রন লেভেলে সূক্ষ্মভাবে ভ্যাকুয়াম পরিমাপ করতে পারে না। এক মাইক্রন পারদ স্তম্ভ সমান ১০০০ মিলিমিটার পারদ স্তম্ভ। সুতরাং ৭৬০ মি.মি. পারদ স্তম্ভ সমান $৭৬০ \times ১০০০ = ৭৬০০০০$ মাইক্রন পারদ স্তম্ভ। আবার এক ইঞ্চি পারদ স্তম্ভ = ২৫.৪ মি.মি. পারদ স্তম্ভ। সুতরাং- ২৯.৯ ইঞ্চি পারদ স্তম্ভ সমান- $২৯.৯ \times ২৫.৪ \times ১০০০ = ৭৫৯৪৬০ = ৭৬০০০০$ মাইক্রন পারদ স্তম্ভ। মাইক্রন ভ্যাকুয়ামের অতি সূক্ষ্ম একক। ভ্যাকুয়াম গেজের ভেতরে ইলেকট্রনিক মেকানিজম ব্যবহার করা হয়। এর সেলিং এলিমেন্ট ও থার্মোকাপল গেজের ইলেকট্রনিক সার্কিট চিত্র ১.১৬-তে দেখানো হয়েছে। ফিলামেন্ট গেজের চারপাশের বাতাসের চাপ কমে গেলে এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।



চিত্র : ১.১৮ মাইক্রন ভ্যাকুয়াম গেজ

থার্মোকাপল গেট গরম হলে মিটার রেজিস্টর এইএমএফ বৃদ্ধি পায়। মিটার মাইক্রনে ক্যালিব্রেশন করা থাকে। মিটার অ্যানালগ ও ডিজিটাল উভয় প্রকৃতির হতে পারে। এর ক্যালিব্রেশন রেঞ্জ ১-৫০০০ মাইক্রন অথবা ১-১০০০০ মাইক্রন হয়ে থাকে। এটি একটি বিদ্যুৎ চালিত মিটার। এর খেঁড় যুক্ত অংশ মেনিফোল্ডের সাথে সংযুক্ত করতে হয়।



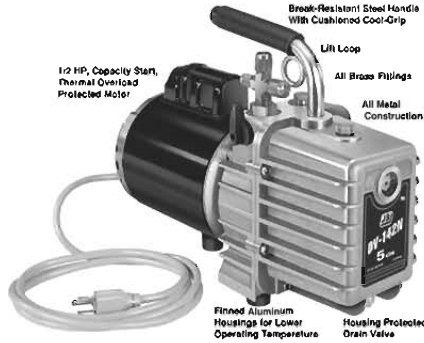
চিত্র : ১.১৯ মাইক্রন ভ্যাকুয়াম গেজের অভ্যন্তরীণ গঠন

ভ্যাকুয়াম পাম্প (vacuum pump) :

স্ট্যান্ডার্ড রেসিপ্রোকটিং টাইপ কমপ্রেসর পর্যাপ্ত ভ্যাকুয়াম অর্থাৎ ডিপ ভ্যাকুয়াম (deep vacuum) বা হাই ভ্যাকুয়াম (high vacuum) সৃষ্টি করতে পারে না। সেজন্য রেফ্রিজারেশন সিস্টেম ভ্যাকুয়াম করার জন্য রেসিপ্রোকটিং টাইপ কমপ্রেসর ব্যবহার করা হয় না বা ব্যবহার করা উচিত না। ভ্যাকুয়াম পাম্প হিসেবে দুই ধরনের রোটোরি পাম্প ব্যবহার করা হয়।

- ১) সিঙ্গেল স্টেজ ভ্যাকুয়াম পাম্প (single stage vacuum pump)
- ২) টু স্টেজ ভ্যাকুয়াম পাম্প (tow stage vacuum pump)

সিঙ্গেল স্টেজ ভ্যাকুয়াম পাম্প ব্যবহার করা হয় যখন ট্রিপল ইভ্যাকুয়েশন পদ্ধতি (triple evacuation method) প্রয়োগ করা হয়। সবচেয়ে ভালো হয় দুই স্টেজ মাল্টি ভেইন রোটোরি পাম্প। এ পাম্প ২০-৫০ মাইক্রন ভ্যাকুয়াম সৃষ্টি করতে পারে। 50 মাইক্রন = 0.05 torr (1 torr = 1 millimeter of Hg) একটি রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ৩০০-৫০০ মাইক্রন ভ্যাকুয়াম সৃষ্টি করতে পারলে ওই সিস্টেমে ড্রাই বা ভালো ইভ্যাকুয়েশন হয়েছে বলা যায়। এ অবস্থায় ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করে সিস্টেম থেকে আইসুলেট করে ৫-১০ মিনিট অপেক্ষা করলে যদি মাইক্রন গেজের পাঠ ১৫০০ তে বা তার নিচে উন্নতি হয়ে স্থির থাকে তাহলে বুঝতে হবে সিস্টেমের ভ্যাকুয়ামের পরিমাপ সঠিক আছে। সবচেয়ে ভালো যথাসম্ভব কম মাইক্রন লেভেলে ভ্যাকুয়াম স্থির থাকা। অয়েল সাইট পোর্ট বা সাইট গ্লাস-এর মাধ্যমে ভ্যাকুয়াম পাম্পের অয়েল লেভেল এবং অয়েলের রং চেক করা উচিত। মাঝে মাঝে ভ্যাকুয়াম পাম্পের তেল পরিবর্তন করা উচিত।



চিত্র : ১.২০ ডিগ বা হাই ভ্যাকুয়াম পাম্প

দুই স্টেজ পাম্প ১০ বার ভ্যাকুয়াম করার পর তেল পরিবর্তন করার প্রয়োজন হয়। এ ধরনের পাম্প ২০ মাইক্রন পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম সৃষ্টি করতে পারে।

ক্যাপিলারি টিউব ক্লিনার (capillary tube cleaner) :

দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে ক্যাপিলারি টিউব-এর ভেতরের ওয়ালে মোম (wax) জমে এবং অন্যান্য ময়লা (dirt) লেগে ক্যাপিলারি টিউব-এর ব্যাস হ্রাস পায়, অনেক ক্ষেত্রে বন্ধ হয়ে যায়। ক্যাপিলারি টিউব ক্লিনার ব্যবহার করে এগুলো পরিষ্কার করা যায়। ফিস্টার ড্রায়ারসহ ক্যাপিলারি টিউবের উভয় প্রান্তে ব্রেজিং করা স্থানে অক্সি-এসিটিলিন ফ্লেম দিয়ে তাপ প্রয়োগ করে জয়েন্ট খুলে ফেলতে হবে। ক্যাপিলারি টিউবের শেষ প্রান্তে অ্যাডাপটর-এর সাহায্যে ক্যাপিলারি ক্লিনারের মুখে ক্যাপিলারি টিউব সংযোগ দিতে হবে। প্রেসার তৈরি করার হ্যান্ডেল পরিচালনা করে ক্লিনারে প্রেসার তৈরি করে ক্যাপিলারি টিউব পরিষ্কার করতে হবে। ক্যাপিলারি টিউব ক্লিনার ২০,০০০ পিএসআই (Psi) চাপ সৃষ্টি করতে পারে। ক্লিনিং-এর পর ৫ bar চাপে ড্রাই নাইট্রোজেন দিয়ে ফ্লাস করতে হবে।



চিত্র : ১.২১ ক্যাপিলারি টিউব ক্লিনার

বাতাসের বেগ পরিমাপক যন্ত্র (Air velocity measuring instrument) :

বাতাসের বেগ পরিমাপ করার জন্য প্রধানত চার ধরনের ইন্সট্রুমেন্ট ব্যবহার করা হয়।

- ১) অ্যানিমোমিটার রোটেটিং টাইপ (Anemometer rotating type)
- ২) অ্যানিমোমিটার হটওয়াইর টাইপ (Anemometer hotwire type)
- ৩) ভেলোসিটি মিটার সুইংগিং ভেইন (Velocity meter swinging vane)
- ৪) ভেলোসিটি প্রেসার পাইলট টিউব (Velocity pressure pilot tube)

এর মধ্যে রোটেটিং অ্যানিমোমিটার সরাসরি পাঠ প্রদানকারী ভেলোসিটি মিটার এবং পাইলট টিউব অতি নিম্নবেগের বাতাসের ক্ষেত্রে সঠিক পাঠ প্রদান করে না।

অ্যানিমোমিটার রোটারি (Anemometer rotary) :

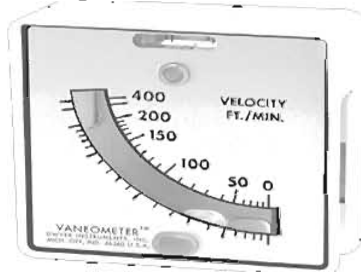
কোনো বাতাসের শ্রোতের ভেতরে বসানো একটি ছোট প্রপেলার যার প্রতিটি বেরড বাতাসের প্রবাহ অতিক্রম করার ফলে ঘূর্ণন গতি লাভ করে। এ ধরনের ডিভাইসকে অ্যানিমোমিটার বলে। অ্যানিমোমিটারে একটি স্টার্ট লিভার এবং শূন্যতে ফিরে আসার লিভার ব্যবহারকালে সাবধানতার সাথে বাতাস প্রবাহের সমকোণে স্থাপন করতে হয়। এটি চলে স্থির গতিতে পৌঁছাতে দিতে হয় (এক মিনিটে)। তারপর রেজিস্টারিং মেকানিজম বন্ধ করে দিতে হয়। একই সাথে স্টপ ওয়াচ চালিয়ে সময় রেকর্ড করতে হয়। প্রাপ্ত ডাটা থেকে প্রতি মিনিটে ফুট বা মিটারে বাতাসের বেগ নির্ণয় করতে হয়, যাতে ভালো ফল পাওয়ার জন্য।



চিত্র : ১.২২রোটেটিং অ্যানিমোমিটার

ভেলোসিটি মিটার সুইংগিং ভেইন (Velocimeter swinging vane) :

সুইংগিং ভেইন ভেলোসিমিটারে আগত বাতাস ছোট ভেইনে থাকা দেয়। বাতাসের বেগ বৃদ্ধির সাথে এটি বিভিন্ন কোণে সরতে পারে। যন্ত্রটি সরাসরি বাতাসের শ্রোতের মধ্যে বসাতে হয়। যখন বাতাসের শ্রোতে ইন্সট্রুমেন্ট বসাতে অসুবিধা হয় তখন ভেলোসিটি রিডিং-এর জন্য বিশেষ জেট ব্যবহার করা হয়।



চিত্র : ১.২৩ সুইংগিং ভেইন ভেলোসিমিটার

থার্মোমিটার (Thermometer) :

ইভাপোরেটর, রেফ্রিজারেটর ক্যাবিনেট, লিকুইড লাইন, সাকশন লাইন অথবা কনডেন্সিং ইউনিটের তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়। অনেক প্রকার এবং অনেক আকারের থার্মোমিটারে পাওয়া যায়। সবচেয়ে জনপ্রিয় থার্মোমিটার গ্লাস স্টেমপকেট থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়। গ্লাস স্টেম থার্মোমিটার- 30 F to 120 F (-35°C to 49°C) তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয়। টিউবে পারদ অথবা লাল তরল ব্যবহার করা হয়। অন্যান্য জনপ্রিয় থার্মোমিটারের মধ্যে ডায়াল স্টেম থার্মোমিটার ও রিমোট বাস থার্মোমিটার অন্যতম। ডায়াল স্টেম থার্মোমিটারে বাই মেটাল থাকে এবং রিমোট বাস থার্মোমিটারে অতি উদ্বায়ী তরল ব্যবহার করা হয়। এছাড়া ব্যাটারি অপারেটেড ডিজিটাল থার্মোমিটার এখনও ব্যবহার করা হচ্ছে।



চিত্র : ১.২৪ বিভিন্ন ধরনের থার্মোমিটার

ডায়াল ম্যানোমিটার (Dial manometer) :

ডাকটের দুই বিন্দুর চাপের পার্থক্য পরিমাপ করার জন্য ডায়াল টাইপ ডিসকোনেসিয়াল ম্যানোমিটার ব্যবহার করা হয়। চিত্র ১.২২-এ ফিল্টারে চাপ ঘাটতি পরিমাপের জন্য ম্যানোমিটারের সংযোগ দেখানো হয়েছে।



১. এয়ার ডাকট

২. ফিল্টার

৩. হাই প্রেসার সাইড কানেকশন

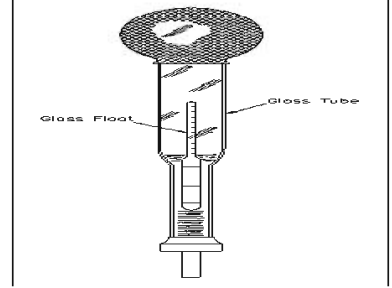
৪. প্রেসার গেজ

চিত্র : ১.২৫ ডায়াল টাইপ ম্যানোমিটার

৫. লো প্রেসার সাইড কানেকশন

হাইড্রোমিটার (Hydrometer) :

তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপ করার জন্য হাইড্রোমিটার ব্যবহার করা হয়। রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং-এর কাজে ব্যবহৃত ব্রাইন (লবণ ও পানির মিশ্রণ) ও অন্যান্য দ্রবণের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপের জন্য হাইড্রোমিটার ব্যবহার করা হয়। হাইড্রোমিটারের কাচের টিউবের মধ্যে একটি ফ্লোট থাকে, ফ্লোটের গায়ে আপেক্ষিক গুরুত্বের দাগ কাটা থাকে। হাইড্রোমিটারের রাবারের সরু টিউব তরল পদার্থে ডুবিয়ে



চিত্র: ১.২৩ হাইড্রোমিটার

১. রাবার টিউব

২. গ্লাস টিউব

৩. ফ্লোট

৪. রাবার টিউব

ওপরের রাবার বাম্ব চাপ দিয়ে ছেড়ে দিলে তরল পদার্থ গ্লাস টিউবে ভর্তি হয়, ফলে ফ্লোট ভাসতে থাকে। ফ্লোটের গায়ে পাঠ থেকে আপেক্ষিক গুরুত্বের পাঠ পাওয়া যায়। আপেক্ষিক গুরুত্বের কোনো একক নেই। এটি সংখ্যা দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

অ্যামিটার (Ammeter) :

এর সাহায্যে লোড পরিচালনায় কারেন্টের পরিমাপ করা হয়। এটি লোডের সাথে সিরিজে সংযোগ করতে হয়। বিভিন্ন রেঞ্জের কারেন্ট পরিমাপের জন্য ভিন্ন ভিন্ন রেঞ্জের অ্যামিটার ব্যবহার করতে হয়।



চিত্র : ১.২৪ অ্যামিটার

ভোল্টমিটার (Voltmeter) :

এর সাহায্যে লাইন ভোল্টেজ, ভোল্টেজ ড্রপ পরিমাপ করা হয়। লাইন ভোল্টেজ পরিমাপ করার জন্য লাইনের সমান্তরালে এবং ভোল্টেজ ড্রপ পরিমাপের জন্য লোডের সমান্তরালে মিটারটি সংযোগ করতে হয়। এ ভোল্টেজে ড্রপ পরিমাপের সংযোগ দেখানো হয়েছে।



চিত্র : ১.২৫ ভোল্টমিটার

ওহম মিটার (Ohmmeter) :

এর সাহায্যে পরিবাহীর রোধ, কন্টিনিউটি বা ধারাবাহিকতা পরীক্ষা করা যায় তা ছাড়া ক্যাপাসিটর-এর কর্শোপযোগিতাও পরীক্ষা করা যায়।



চিত্র : ১.২৬ ওহম মিটার

অ্যাভোমিটার বা মাল্টিমিটার (Avometer or multimeter) :

অ্যামিটার, ভোল্টমিটার ও ওহম মিটার-এর সমন্বয়ে এ মিটারটি তৈরি। Ammeter এ A, voltmeter এর V এবং Ohmmeter এর O নিয়ে AVO মিটার শব্দটি গঠিত। আবার একাধিক মিটার এক মিটারে সন্নিবেশিত হয়েছে বলে একে মাল্টিমিটার বলে। এর দুটি টেস্ট প্রোব আছে। মিটার সিলেক্ট করার জন্য একটি সিলেকটর থাকে। বিভিন্ন ধরনের মিটারের একাধিক স্কেল থাকে। ওহম মিটারের জন্য এর ভিতরে একটি ব্যাটারি থাকে এবং ওহমের শূন্য (০) সেটিং-এর জন্য একটি নব থাকে। এ মিটার ডিজিটাল ও অ্যানালগ উভয় প্রকৃতির হয়ে থাকে।



চিত্র : ১.২৭ মাল্টিমিটার বা অ্যাভোমিটার

১. সিঙ্গেল কন্ডাক্টর
২. ট্রিগার
৩. পয়েন্টার
৪. জ্য
৫. স্কেল



চিত্র: ১.২৮ ক্ল্যাম্প অন মিটার

ক্ল্যাম্প অন মিটার (Clamp on meter) :

এসি ক্ল্যাম্প অন মিটার রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং কাজে একটি গুরুত্বপূর্ণ ইন্সট্রুমেন্ট। একে ক্লিপ অন মিটার (clip on meter), স্ন্যাপ অন মিটার (snap on meter), টাং টাইপ মিটার (tung type meter) ইত্যাদি নামে অবহিত করা হয়। এ মিটার টিগার টিপে এর মধ্যে একটি তার রেখে লোড-এর কারেন্ট পরিমাপ করা হয়। কারেন্টে পরিমাপের একাধিক স্কেল থাকে। কোনো কোনো মিটারে ভোল্টেজ ও রোধ পরিমাপের জন্য দুটি টেস্ট প্রোব থাকে। সিলেকটরের সাহায্যে কাঙ্ক্ষিত মিটার ও স্কেল নির্ধারণ করতে হয়।

ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার (Capacitor analyzer) :

স্টার্টিং এবং রানিং ক্যাপাসিটরের অবস্থা নির্ণয় করার জন্য ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার ব্যবহার করা হয়। অধিকাংশ ইন্সট্রুমেন্টে ক্যাপাসিটরের ওপেন (Open), শর্ট(short), মাইক্রোফ্যারাড ক্যাপাসিটি এবং পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্ণয়ের সুবিধা থাকে। এ মিটারে দুটি স্কেল থাকে একটি ক্যাপাসিটরে ভোল্টেজ সরবরাহ করার জন্য, অপরটি মাইক্রোফ্যারাডের মানের পাঠ গ্রহণের জন্য। পাওয়ার কর্ড এবং টেস্ট কর্ড ও ক্লিপ ছাড়াও এতে একটি রেঞ্জ নব আছে যাতে ১ ২ ৩ এভাবে তিনটি সুইচের অবস্থানের নম্বর বসানো আছে। ১= ১-২০, ২=২১-৫০ এবং ৩= ৫১-২০০০ মাইক্রোফ্যারাডের জন্য সেট করতে হয়।

টেস্ট পদ্ধতি :

পাওয়ার প্রাণ সাপ্লাই লাইনে দিয়ে লাইন সুচই অন করতে হবে এবং উক্ত হওয়ার জন্য কিছুক্ষণ সময় অপেক্ষা করতে হবে। টেস্ট ক্রিপ দুটি ক্যাপাসিটরের দুই টার্মিনালে ক্রিপ করতে হবে। ক্যাপাসিটরের মান অনুযায়ী রেজ নব নির্দিষ্ট অবস্থানে রাখতে হবে। আই ল্যাম্প পূর্ণ আলো প্রদানের পূর্ব পর্যন্ত মাইক্রোকেরাড নব ঘুরাতে হবে এবং তীব্র আলোর জন্য পাওয়ার ফ্যাক্টর নব প্রয়োজনমতো ঘুরাতে হবে।



চিত্র: ১.২৯ ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার

ওপেন টেস্ট (Open test) :

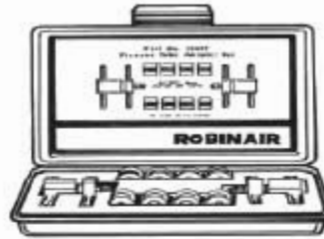
রেজ সুইচ ১ নম্বর অবস্থানে রেখে মাইক্রোকেরাড নব ওপেন অবস্থানে রাখলে যদি আই টিউব পূর্ণ আলো দেয় তবে ক্যাপাসিটর ওপেন হয়েছে বুঝতে হবে।

শর্ট টেস্ট (Short test) :

রেজ সুইচ ১ নম্বর অবস্থানে রেখে মাইক্রোকেরাড নব শর্ট অবস্থানে রাখলে যদি আই টিউব আলো দেয় তবে ক্যাপাসিটর শর্ট হয়েছে বুঝতে হবে।

প্রসেস টিউব অ্যাডাপ্টর (process tube adaptor) :

খোলা মুখ বিশিষ্ট প্রসেস টিউবে অ্যাডাপ্টর সংযুক্ত করে প্রয়োজনীয় ত্যাকুয়াম এবং রেফ্রিজারেন্ট চার্জসহ প্রয়োজনীয় সার্ভিসিং কাজ করা যায়। অ্যাডাপ্টরের দুটি অংশ, একটি অংশ ক্ল্যাম্প ও সিল বিশিষ্ট। এ অংশটি প্রসেস টিউবের মাধ্যমে চেপে বসিয়ে দিয়ে সার্ভিস কানেকশন বিশিষ্ট অংশের অপর মাধ্যম (থ্রেড মুক্ত অংশ) প্রসেস টিউবে ঢুকিয়ে দিয়ে এক্সটার্নাল থ্রেড যুক্ত অংশের সাথে সংযুক্ত করে সার্ভিস কানেকশনের সাথে চার্জিং হোজ লাগিয়ে প্রয়োজনীয় সার্ভিসিং কাজ সম্পন্ন করা যায়। সার্ভিসিং কাজ সম্পন্ন করে প্রসেস টিউব ক্রিমপিং করে ব্রেজিং করার পর প্রসেস টিউব অপসারণ করতে হয়। প্রসেস টিউব ৩/১৫, ১/৪, ৫/১৬, এবং ৩/৮ ইঞ্চি মাপের কপার টিউবে ব্যবহার করা হয়।



১. সার্ভিস কানেকশন ২. ক্যান্স অ্যান্ড সিল ৩. এসেস টিউব (চার্জিং টিউব)

চিত্র : ১.৩০ এসেস টিউব অ্যাডাপটর

পিরার্সিং ভালভ ((Piercing valve) :

CFC, HFC, HCFC রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা কোনো হিয়ারন যন্ত্র বিকল হয়ে গেলে এসেস টিউব খুলে রেফ্রিজারেন্ট বায়ুমন্ডলে ছেড়ে দিলে বায়ুমন্ডলের ওজোন স্তরের ক্ষতি করে। তাই ওই রেফ্রিজারেন্ট বায়ুমন্ডলে ছেড়ে না দিয়ে সাকশন লাইন, ডিসচার্জ লাইন অথবা এসেস টিউবে পিরার্সিং ভালভ সংযুক্ত করে টিউব পাচ্চ করে রেফ্রিজারেন্ট রিকভারি ইউনিস্টেট-এর সাহায্যে নিরাপদ পাত্রে সংরক্ষণ করতে হয়। পিরার্সিং ভালভ তিন ধরনের বখা-

ক) চার্জ অ্যান্ড ট্যাপ ভালভ

খ) হ্যান্ড ভালভ টাইপ

গ) লাইন ট্যাপ টাইপ।

পিরার্সিং ভালভ-এর নিচের অংশ খুলে সাকশন, ডিসচার্জ বা এসেস টিউবে স্থাপন করে নিচের নাট শক্ত করে লাগিয়ে দিতে হবে। চার্জিং হোল পিরার্সিং ভালভের সার্ভিস পোর্টে লাগিয়ে পিরার্সিং ভালভের ওপরের চাবিটি ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরালে এক সময় এক সুচালো অংশ কপার টিউবের ওপরের দেয়াল ছিন্ন করে ফেলবে। এবার চাবিটি এন্টিক্লক ওরাইক কয়েক গ্যাচ ঘুরালেই হিয়ারন যন্ত্রের সাথে সার্ভিস হোলের সংযোগ হয়ে যাবে। চাবি খোলার আগে হোল পাইপের অপর প্রান্ত রিকভারি ইউনিস্টেটের সাথে সংযোগ দিয়ে দিতে হয়।

ক) চার্জ অ্যান্ড ট্যাপ ভালভ

খ) হ্যান্ড ভালভ টাইপ

গ) লাইন ট্যাপ টাইপ



চিত্র : ১.৩১ পিরার্সিং ভালভ

রেফ্রিজারেন্ট রিকভারি ইউনিস্টেট (Refrigerant recovery unit) :

যে কোনো অবস্থায় কোনো রেফ্রিজারেশন সিস্টেম থেকে কোনো প্রকার পরীক্ষা বা এসেসিং ব্যতিরেকে বাইরের কোনো নিরাপদ পাত্রে সংরক্ষণ করার উদ্দেশ্যে রেফ্রিজারেন্ট স্থানান্তর করার পদ্ধতিতে রিকভারি বলে। এ

কাজের জন্য যে ইকুইপমেন্ট ব্যবহার করা হয় তাকে রিকভারি ইউনিট বলে। এতে মূলত একটি কনভেলিং ইউনিট থাকে এ ইউনিটের সাহায্যে কোনো হিমায়ন যন্ত্র থেকে ভেশার রেফ্রিজারেন্ট টেনে এনে তা তরল করে রিকভারি সিলিন্ডারে স্থানান্তর করে।

রেফ্রিজারেন্ট রিসাইক্লিং ইকুইপমেন্ট (Refrigerant recycling equipment) :

রিকভারি করা রেফ্রিজারেন্ট নতুন তৈরি করা রেফ্রিজারেন্টের স্পেসিফিকেশন অনুসারে রিথ্রিসেসিং করার পদ্ধতিকে রিক্রেইমিং বলা হয়। যে যন্ত্রের সাহায্যে এ কাজ সম্পাদন করা হয় তাকে রিক্রেইমিং ইকুইপমেন্ট বলে।

ওয়িং স্কেল (Weighing scale) :

ক্যাপিলারি সিস্টেম বিশিষ্ট হিমায়ন যন্ত্রের চার্জিং ক্রিটিক্যাল। তাই এটি চার্জ করার সময় সঠিক পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হয়। তা না হলে ওই হিমায়ন যন্ত্র থেকে সঠিক নির্দেশনা যোতাবেক সঠিক পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট গুজন করে চার্জ করা হয়। সঠিক পরিমাণের জন্য একটি উন্নতমানের গুজন করার যন্ত্র থাকা প্রয়োজন।



চিত্র : ১.৩৩ ওয়িং স্কেল বা গুজন করার যন্ত্র

ব্রেজিং ইকুইপমেন্ট (Brazing equipment) :

কপার টিউব-এর সাথে কপার টিউব এবং কপার টিউবের সাথে ব্রাশ, সিল ইত্যাদি জোড়া দেওয়ার জন্য অক্সিজেনসিটলিন সেট একটি উন্নত মানের ইকুইপমেন্ট।

১. রেগুলেটর
২. এসিটিলিন সিলিন্ডার
৩. ওয়েভিং টর্চ
৪. হোজ
৫. অক্সিজেন সিলিন্ডার



চিত্র : ১.৩৪ অক্সিজেনসিটলিন ওয়েভিং সেট

১.৪ রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং ইন্সট্রুমেন্টসমূহের ব্যবহার ক্ষেত্র :

কম্পাউন্ড গেজ (Compound gage) :

হিমায়ন যন্ত্রে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে, ভ্যাকুয়াম পরিমাপ করতে এবং সিস্টেমের ত্রুটি নির্ণয় করতে কম্পাউন্ড গেজ ব্যবহার করা হয়।

হাই প্রেসার গেজ (High pressure gauge) : হিমায়ন চক্রের হাই সাইড প্রেসার বা হেড প্রেসার পরিমাপ করতে হাই প্রেসার গেজ ব্যবহার করা হয়।

গেজ মেনিফোল্ড (Gauge manifold) :

কম্পাউন্ড গেজ এবং হাই প্রেসার গেজ ব্যবহার করতে ধাতু নির্মিত একটি উপাংশ প্রয়োজন হয় যা মেনিফোল্ড নামে পরিচিত। মেনিফোল্ডে গেজ সংযুক্ত থাকে এবং সার্ভিস পোর্ট ও ভালভ থাকে। গেজ এবং মেনিফোল্ড একত্রে গেজ মেনিফোল্ড নামে পরিচিত। চার্জিং হোজের সহায়তায় মেনিফোল্ডের সাহায্যেই গেজকে হিমায়ন যন্ত্রের সাথে সংযুক্ত করা হয় এবং রেফ্রিজারেন্ট চার্জকরণ এবং সিস্টেম পরীক্ষাকরণের কাজ সম্পাদন করা হয়।

সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড (Single gauge manifold) :

কম্পাউন্ড গেজ সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ডের সাথে সংযুক্ত থাকে। এর সাহায্যে সিস্টেম ভ্যাকুয়ামকরণ রেফ্রিজারেন্ট চার্জকরণ এবং ত্রুটি নির্ণয় করা হয়।

ডাবল গেজ মেনিফোল্ড (Double gage manifold) :

ডাবল গেজ মেনিফোল্ডে কম্পাউন্ড গেজ এবং হাই প্রেসার গেজ উভয়ই সংযুক্ত থাকে। ডাবল গেজ মেনিফোল্ডে তিনটি পোর্ট থাকায় একই সাথে ভ্যাকুয়াম ও রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং-এর সরঞ্জাম সংযোগ করা যায় এবং চার্জিংবিহীন রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা যায়।

লিক ডিটেকটর (Leak Detector) :

হিমায়ন যন্ত্রের হিমায়ন চক্রে কোনো লিক থাকলে লিক ডিটেকটরের সাহায্যে লিকের স্থান নির্ণয় করা যায়।

রেফ্রিজারেন্ট নির্দেশক ইন্সট্রুমেন্ট (Refrigerant Indicating Instrument)

কোনো হিমায়ক যন্ত্রে বা রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডারে কোনো রেফ্রিজারেন্ট আছে তা নির্ণয় করা যায়।

স্লিং সাইক্রোমিটার (Sling psychrometer):

বাতাসের রিলেটিভ হিউমিডিটি মাপার জন্য এর সাহায্যে ড্রাই বাব ও ওয়েট বাব তাপমাত্রা নির্ণয় করে সাইক্রোমেট্রিক চার্টে প্লট করতে হয়। সাইক্রোমেট্রিক চার্টে ওই দুই থার্মোমিটারের মিলিত স্থান থেকে রিলেটিভ হিউমিডিটির মান ও অন্যান্য সাইক্রোমেট্রিক প্রপার্টি পাওয়া যায়।

হাইগ্রোমিটার (Hygrometer):

বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ অর্থাৎ রিলেটিভ হিউমিডিটি সরাসরি পরিমাপের যন্ত্র হাইগ্রোমিটার। এটি শতকরা হারে পাঠ দেয়। এয়ারকন্ডিশনিং-এর ক্ষেত্রে এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ ইন্সট্রুমেন্ট।

কাট আউট টেস্টার (Cut out tester):

এর সাহায্যে লো প্রেসার কাট আউট ও হাই প্রেসার কাট আউট পরীক্ষা ও অ্যাডজাস্ট করা হয়।

অ্যামিটার (Ammeter)

বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের পরমাণ পরিমাপের জন্য অ্যামিটার ব্যবহার করা হয়।

ভোল্টমিটার (Voltmeter):

বৈদ্যুতিক সার্কিটের লাইন ভোল্টেজ, ফেজ ভোল্টেজ এবং ভোল্টেজ ড্রপ পরিমাপের জন্য ভোল্টমিটার ব্যবহার করা হয়।

ওহম মিটার (Ohm meter):

রোধকের (Resistor) রোধ-এর মান এবং তারের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করার জন্য ওহম মিটার ব্যবহার করা হয়।

মাল্টিমিটার বা অ্যাভোমিটার (Multimeter or AVO meter)

অ্যামিটার, ভোল্টমিটার এবং ওহম মিটার পৃথকভাবে যে সকল কাজে ব্যবহৃত হয়। তবে মাল্টিমিটারে যে অ্যামিটার থেকে তা মিলি অ্যাম্পিয়ার পরিমাপ করতে পারে, সে জন্য অ্যামিটারটি প্রায়ই ব্যবহার হয় না বললেই চলে।

ক্ল্যাম্প অন মিটার (Clamp on meter):

বৈদ্যুতিক সংযোগ ব্যতীত (ইনসুলেশন খুব সংযোগ না দেওয়া) বৈদ্যুতিক লোড-এর একটি তার ক্ল্যাম্প মিটারের ভেতরে রেখে লোড-এর কারেন্ট, কমপ্রেসরের স্টার্টিং ও রানিং অ্যাম্পিয়ার পরিমাপের কাজে ক্ল্যাম্প অন মিটার ব্যবহার করা হয়। তা ছাড়া ওহম মিটার ও ভোল্টমিটারের কাজও এ মিটারের সাহায্যে করা হয়।

ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার (Capacitor analyzer):

রানিং ও স্টার্টিং ক্যাপাসিটরের মাইক্রোফ্যারাড মান, ওপেন টেস্ট এবং শর্ট টেস্ট ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজারের সাহায্যে করা যায়।

প্রসেস টিউব অ্যাডাপ্টর (Process tube adaptor):

খোলা মুখবিশিষ্ট হিমায়ন যন্ত্রের প্রসেস টিউবে অ্যাডাপ্টর সংযুক্ত করে প্রয়োজনীয় সার্ভিসিং কাজ সম্পাদন করা হয়।

পিয়ার্সিং ভালভ (Piercing valve):

যে সকল রেফ্রিজারেন্ট ওজোন স্তরে ক্ষতি করে এবং গ্রিন হাউস গ্যাস হিসেবে কাজ করে বায়ুমণ্ডলে উত্তাপ বৃদ্ধি করে অর্থাৎ CFC, HCFC এবং HFC রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা হিমায়ন যন্ত্র বিকল হয়ে গেলে প্রসেস টিউব খুলে রেফ্রিজারেন্ট বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে না দিয়ে সাকশন লাইন, ডিসচার্জ লাইন বা প্রসেস টিউবে পিয়ার্সিং ভালভ সংযুক্ত করে টিউব পাঞ্চ করে রিকভারি মেশিনের সাহায্যে কোনো নিরাপদ পাত্রে রেফ্রিজারেন্ট স্থানান্তর করে সংরক্ষণ করা হয় অথবা রিসাইক্লিং করে পুনরায় ব্যবহার করা হয়।

রেফ্রিজারেন্ট রিকভারি ইউনিট (Refrigerant recovery unit):

বিকল হিমায়ন যন্ত্র থেকে CFC, HCFC এবং HFC রেফ্রিজারেন্ট নিরাপদ পাত্রে স্থানান্তর করার কাজে রিকভারি ইউনিট ব্যবহার করা হয়।

রেফ্রিজারেন্ট রিসাইক্লিং ইউনিট (Refrigerant reclaiming unit):

রিকভারি করা রেফ্রিজারেন্ট থেকে অ্যাসিড, অয়েল এবং অন্যান্য অপদ্রব্য অপসারণ করে ওই রেফ্রিজারেন্ট পুনরায় ব্যবহারযোগ্য করে তোলাই রিসাইক্লিং ইকুইপমেন্টের কাজ।

রেফ্রিজারেন্ট রিকভারি ও রিসাইক্লিং ইকুইপমেন্ট (Refrigerant recovery and recycling equipment):

ক্লোরিন ও ফ্লোরিনযুক্ত রেফ্রিজারেন্টকে পুনরুদ্ধার বা রিকভার করে তা থেকে অ্যাসিড, অয়েল ও অন্যান্য অপদ্রব্য মুক্ত করে পুনরায় ব্যবহার করার উপযোগী করাই রিকভারি ও রিসাইক্লিং ইকুইপমেন্টের কাজ।

রেফ্রিজারেন্ট রিক্লেইমিং ইকুইপমেন্ট (Refrigerant reclaiming equipment):

মাত্রাতিরিক্ত দূষিত পুনরুদ্ধার করা রেফ্রিজারেন্ট কে প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন অনুসারে রিপ্রসেসিং করে পুনরায় ব্যবহার করার উপযোগী করাই রিক্লেইমিং ইকুইপমেন্টের কাজ।

ওজন করার যন্ত্র বা ওয়িং স্কেল (Weighing scale):

ক্যাপিলারি টিউব যুক্ত হিমায়ন যন্ত্রে সঠিক পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট ওজন করে চার্জ করার কাজে ওয়িং স্কেল ব্যবহার করা হয়।

ব্রেজিং ইকুইপমেন্ট (Brazing equipment)

সার্ভিসিং কাজে কুপার টিউব জোড়া দেওয়া জোড়া খোলা ইত্যাদি কাজের জন্য তাপ দেওয়াই অক্সিজেনিটিভ ব্রেজিং ইকুইপমেন্টের কাজ।

প্রশ্নমালা-১**অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন**

১. কম্পাউন্ড গেজ বলতে কী বোঝায়?
২. ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
৩. পাঁচটি লিক ডিটেকশন পদ্ধতির নাম লেখ।
৪. রেফ্রিজারেন্ট ইনডিকেটিং ইন্সট্রুমেন্টের কাজ কী?
৫. স্লিং সাইক্লোমিটারের কাজ কী?
৬. বাতাসের বেগ পরিমাপক চারটি যন্ত্রের নাম লেখ।
৭. হাইড্রোমিটারের কাজ কী?

৮. ভ্যাকুয়াম গেজ কী কী এককে পাঠ প্রদান করে?
৯. ভ্যাকুয়াম পাম্পের কাজ কী?
১০. রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং ক্ষেত্রে থার্মামিটারের কাজ কী?
১১. মাইক্রন গেজের বিশেষ বৈশিষ্ট্য কী?
১২. প্রসেসটিউব অ্যাডাপটর কী কাজে ব্যবহৃত হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. পিয়ার্সিং ভালভের কাজ কী?
২. প্রেসার কাট আউট টেস্টারের কাজ কী?
৩. ক্যাপিলারি ক্লিনারের কাজ কী?
৪. অ্যামিটার-এর কাজ লেখ।
৫. ভোল্টমিটারের কাজ লেখ।
৬. ওহম মিটারের কাজ লেখ।
৭. মাল্টিমিটারের বিশেষ বৈশিষ্ট্য কী?
৮. ডায়াল ম্যানোমিটার কাজ কী?
৯. হাইড্রোমিটার কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
১০. ক্ল্যাম্প মিটারের বিশেষ বৈশিষ্ট্য কী?
১১. রেফ্রিজারেন্ট রিকভারি ইউনিটের কাজ কী?
১২. রেফ্রিজারেন্ট রিসাইক্লিং ইউনিটের কাজ কী?
১৩. রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং-এর ক্ষেত্রে ওয়িং স্কেলের গুরুত্ব আলোচনা কর।
১৪. রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং-এর কাজে অক্সিএসিটিলিন সেটের কাজ লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. একটি কম্পাউন্ড গেজের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
২. একটি হাই প্রেসার গেজের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৩. একটি সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর এবং কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪. একটি ডাবল গেজ মেনিফোল্ড অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর এবং কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৫. যে কোনো একটি লিক ডিটেকশন পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৬. চিত্রসহ স্পিং সাইক্রোমিটারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৭. প্রসেস টিউব অ্যাডাপটরের ব্যবহার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
৮. যে কোনো এক ধরনের পিয়ার্সিং ভালভের ব্যবহার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
৯. অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের সাংযোগ দেখিয়ে ব্যবহার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
১০. চিত্রসহ হাইড্রোমিটারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
১১. একটি ক্ল্যাম্প মিটার অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর এবং এর ব্যবহার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
১২. ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজারের সাহায্যে ক্যাপাসিটর টেস্ট করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

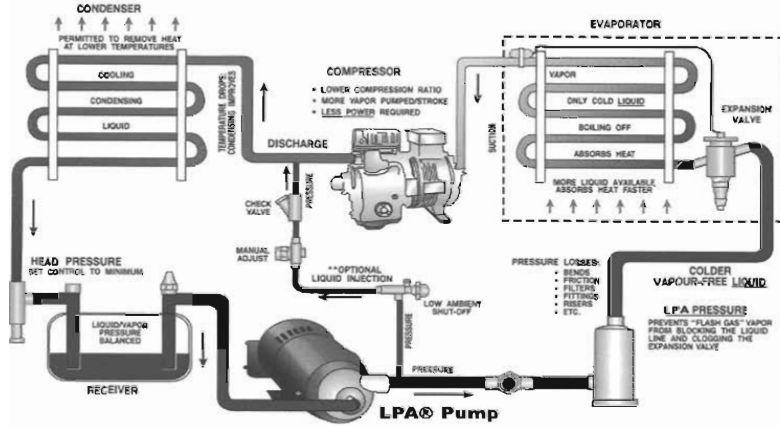
ভ্যাকুয়াম পাম্প রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং কাজে একটি গুরুত্বপূর্ণ ইন্সট্রুমেন্ট। ডিপ ভ্যাকুয়াম না করে সিস্টেমে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করলে সিস্টেমে নানা রকম সমস্যা সৃষ্টি করে সিস্টেম অচল করে দেয়। ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাহায্যে সিস্টেমে ৩০০-৫০০ মাইক্রন ভ্যাকুয়াম করা সম্ভব। ভ্যাকুয়ামের কাজে রেসিপ্রোকটিং পাম্প ব্যবহার করলে জলীয় বাষ্প সম্পূর্ণ দূর করা যায় না। এতে নানা প্রকার জটিলতা দেখা দেয়। ভ্যাকুয়াম পাম্প পরিচালনাকালে পাম্পের অয়েলের দিকে নজর দিতে হয় এবং নির্দিষ্ট সময় অন্তর তেল পরিবর্তন করতে হয়।

১. ডিপ ভ্যাকুয়াম করতে হলে কী ধরনের ভ্যাকুয়াম পাম্প ব্যবহার করা উচিত?
২. মাইক্রন কী?
৩. মাইক্রন লেভেল কত হলে সিস্টেম ড্রাই হয়েছে ধরা যায়?
৪. ভ্যাকুয়াম পাম্পের অয়েলের কী কী চেক করতে হয়?
৫. কখন ভ্যাকুয়াম পাম্পের অয়েল পরিবর্তন করতে হয়?

দ্বিতীয় অধ্যায় রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি (Refrigeration Methods)

২.১ রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি সংজ্ঞা:

যে পদ্ধতিতে কোনো আবদ্ধ স্থানের বা বস্তুর তাপমাত্রা পরিপার্শ্বের তাপমাত্রার চেয়ে কমিয়ে শীতল করে তার শীতলতা বজায় রাখা যায় সে পদ্ধতিকে হিমাযন বা রেফ্রিজারেশন বলে।



চিত্র : ২.১ রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি

২.২ রেফ্রিজারেশন পদ্ধতিসমূহের তালিকা

হিমাযন বা রেফ্রিজারেশন তৈরি করার অনেক পদ্ধতি আছে। নিম্নে বহুল প্রচলিত ও কয়েকটি অপেক্ষাকৃত কম প্রচলিত রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির তালিকা দেওয়া হলো।

১. ইভাপোরেটিভ রেফ্রিজারেশন (Evaporative Refirgration)
২. আইস রেফ্রিজারেশন (Ice Refrigeration)
৩. ড্রাই আইস রেফ্রিজারেশন (Dry ice Refrigeration)
৪. ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন (Vapor Copmpression Refrigeration)
৫. ভেপার আবজরপশন রেফ্রিজারেশন (Vapor absorption Refrigeration)
৬. স্টিম জেট রেফ্রিজারেশন (Steam jet Refrigeration)
৭. এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেশন (Air expansion Refrigeration)
৮. এক্সপেন্ডেবল রেফ্রিজারেন্ট রেফ্রিজারেশন (Expandable refrigerant Refrigeration)
৯. থার্মোইলেকট্রিক রেফ্রিজারেশন (Thermoelectric Refrigeration)
১০. ভোরটেক্স টিউব রেফ্রিজারেশন (Vortex tube Refrigeration)

২.৩ রেফ্রিজারেশন পদ্ধতিগুলোর বর্ণনা

ইভাপোরেটিভ রেফ্রিজারেশন (Evaporative Refrigeration) :

আমরা জানি যখন কোনো তরল বাষ্পে পরিণত হয় তখন সে সূক্ষ্ম তাপ শোষণ করে উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, আমরা যখন ঘেমে যাই তখন শরীর বায়ুমণ্ডলে খুলে রাখলে ঘাম শুকিয়ে যায় এবং আমাদের শরীর শীতল হয়। এ অবস্থায় ক্যানের নিচে অবস্থান করলে ঘাম খুব দ্রুত শুকিয়ে যায়। ঘাম শুকিয়ে শরীর শীতল হবার কারণ হলো ঘাম বাষ্প হয়ে যাওয়ায় সমস্ত শরীর থেকে অনেক তাপ (সূক্ষ্ম তাপ) শোষণ করে, এতে শরীর শীতল হয়। এমনভাবে পেট্রোল, খিনার ইত্যাদি অতি উষ্ণীয় পদার্থ হাতে নিলে হাতে ঠান্ডা অনুভূত হয়, এর কারণও অনুরূপ। উষ্ণীয় তরল বাষ্পে পরিণত হবার সময় হাত থেকে তাপ শোষণ করে। ওপরের ঘটনাগুলো থেকে আমরা বুঝতে পারলাম তরল বাষ্পায়নের কালে শীতলতার সৃষ্টি হয়; একে রেফ্রিজারেশন সূত্র বলা হয়। এ তত্ত্ব অনুসারে ইভাপোরেটিভ রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি কাজ করে। প্রাচীনকালে মিসরীয়রা সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত মাটির কলসিতে পানি রেখে পানি ঠান্ডা এবং বরফ তৈরি করতো। পরিষ্কার আকাশে রাতে বাড়িতে মাটির কলসিতে পানি রেখে দিলে পানি কলসির ছিদ্রপথে বাষ্প হয়ে বের হয়ে যেত, এতে পানির তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে শীতল হতো; এমনকি বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা হিমাক্ষের ওপরে থাকলেও বরফ হতো। অনেকে মাটির কলসির পরিবর্তে ক্যানভাসের তৈরি ডেজার্ড ব্যাগে পানি রেখে অনুরূপভাবে অর্থাৎ ইভাপোরেটিভ পদ্ধতিতে পানি ঠান্ডা করত। আমাদের দেশেও গ্রাম অঞ্চলে ঠান্ডা পানি খাবার জন্য মাটির কলসিতে রাতে পানি রেখে দেয়। মাটির কলসির সূক্ষ্ম ছিদ্রপথে কিছু পানি বাষ্প হয়ে যায়। বাষ্প হবার সময় কলসির পানি থেকে সূক্ষ্ম তাপ গ্রহণ করে কলে কলসির পানি ঠান্ডা হয়। মরুভূমি অঞ্চলে বাসাতের অর্দ্রতা কম তাই বাষ্পায়ন দ্রুত ঘটায়, কলে মাটির কলসি বা ডেজার্ড ব্যাগে পানি দ্রুত ঠান্ডা করা এমনকি বরফও তৈরি করা যায়।



(ক) মাটির কলসি (খ) ডেজার্ড ব্যাগ

চিত্র : ২.২ ইভাপোরেটিভ রেফ্রিজারেশন

আইস রেফ্রিজারেশন (Ice Refrigeration) : এতে একটি ইনসুলেটেড ক্যাবিনেট থাকে যার সামনের দিকে কিছু উচ্চতায় একটি দরজা থাকে। ভেতরের অংশে কয়েকটি তাক (Shelf) অনুভূমিকভাবে লাগানো থাকে এবং অন্য তাকগুলো যে মালামাল ঠান্ডা করতে হবে সেগুলোর রাখার জন্য সবচেয়ে ওপরের তাকটি একটি কবজাযুক্ত ঢাকনা দিয়ে ঢাকা থাকে।



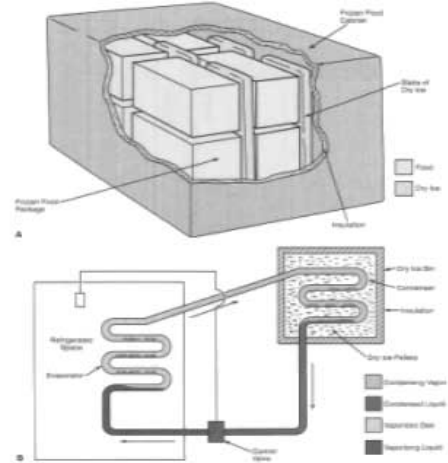
চিত্র : ২.৩ আইস রেফ্রিজারেশন

আইস চেম্বার থেকে বরফ গলা পানি বের হওয়ার জন্য একটি ড্রেন থাকে এবং পানি জমা রাখার জন্য কেবিনেটের নিচে একটি পাত্র থাকে। আইস চেম্বারে বরফ রাখার পর ঢাকনা দিয়ে ঢেকে দেওয়া হয়। আইস চেম্বারের বাতাস বরফের সংস্পর্শে ঠাণ্ডা হয়ে ভারী হয় এবং নিচের দিকে চলে যায়। নিচের দিকের মালামাল থেকে তাপ নিয়ে বাতাস আবার হালকা হয়ে ওপরে উঠে আসে। এভাবে বাতাস পরিভ্রমণ করে তাপ সঞ্চালনের মাধ্যমে চেম্বারের মালামাল ঠাণ্ডা করে 5° সে. থেকে 100° সে. তাপমাত্রায় সংরক্ষণ করতে পারে। এ পদ্ধতির সবচেয়ে সুবিধা হলো একটি খুব সস্তা, মধ্যম আর্দ্রতার চেম্বারের মালামাল সংরক্ষণ করা যায়। ফলে মালামাল নষ্ট হয়ে বাওয়ার আশঙ্কা কম। দক্ষতার দিক দিয়ে এ সিস্টেম অদক্ষ। সংরক্ষণ অত্যন্ত সীমিত এবং কুপিং ইফেক্ট যার কয়েক ঘণ্টা, যদি বরফ পুনরায় না দেওয়া হয়। যখন তাপমাত্রা 50 সে. এর নিচে এমোজেন হয় তখন বরফের সাথে লবণ মিশাতে হয়। এ পদ্ধতিতে -180 সে. পর্যন্ত তাপমাত্রায় নামিয়ে আনা যায়। এ পদ্ধতিকে ডাইরেক্ট কুপিং আইস রেফ্রিজারেশন বলে। কুপিং লোক বেশি হলে এবং উঁচু মানের স্বাস্থ্যসেবা ব্যবস্থাপনার (Sanitation) এমোজেন হলে তখন ইনডাইরেক্ট আই রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি ব্যবহার করতে হয়। ইনডাইরেক্ট পদ্ধতিতে মালামাল সংরক্ষণের আয়না থেকে আইস চেম্বার পৃথক থাকে এবং ঠাণ্ডা করা হয় ব্রাইন লবণ দিয়ে (পানির মিশ্রণ)।

ড্রাই আইস রেফ্রিজারেশন (Dry ice Refrigeration)

কঠিন (Solid) কার্বন ডাই-অক্সাইডকে শুষ্ক বরফ বা ড্রাই আইস বলে। সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড রেখে দিলে তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয় এবং সাধারণ বরফের চেয়ে অনেক নিম্ন তাপমাত্রায় ধীরে ধীরে তাপ গ্রহণ করে বাষ্পায়িত হয়ে পর্যাপ্ত শীতলতা প্রদান করে। কঠিন থেকে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয় বলে এতে কোনো আর্দ্রতা থাকে না তাই এতে শুষ্ক বরফ বলা হয়। ত্রৈধ বিন্দু (Triple point) নিচের চাপে কোনো পদার্থের কঠিন অবস্থা পূর্ণতা লাভ করে বা কঠিন থেকে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয়। এ পদ্ধতিকে উর্ধ্বপাতন (Sublimation) বলে। কার্বন ডাই-অক্সাইডের দ্রৈব বিন্দু 5.28kg/cm^2

চাপে- 56.66°C । বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ($1.03\text{kg}/\text{cm}^2$) - 78.330°C তাপমাত্রায় এটি কঠিন অবস্থায় থাকে। তাই এর উৎপাদন ব্যয়বহুল সত্যেও দূর-দূরান্তে খাদ্যদ্রব্য, ওষুধ বা অন্য কোন রাসায়নিক দ্রব্য হিমায়িত বা জমানো অবস্থায় স্থানান্তরিত করার জন্য বিশেষ ধরনের বাস্তব ব্যবহৃত হয়। আজকাল উদ্ভোজ্যাহাজে হিমায়িত খাদ্য, ওষুধ পরিবহনের জন্য ড্রাই আইস ব্যবহৃত হয়।



চিত্র : ২.৪ ড্রাই আইস রেফ্রিজারেশন

ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন (Vapor Compression Refrigeration)

ভেপার কমপ্রেশন বা বাষ্প সংকোচন হিমায়ন চক্রে চারটি ধাপে চারটি প্রক্রিয়ার কাল্পনিক সম্পন্ন হয়।

১. সংকোচন প্রক্রিয়া (Compression process)
২. ঘনীভবন প্রক্রিয়া (Condensation process)
৩. সম্প্রসারণ প্রক্রিয়া (Expansion Process)
৪. বাষ্পায়ন প্রক্রিয়া (Evaporation Process)

ওপরে উল্লিখিত চারটি প্রক্রিয়া সম্পাদনের জন্য চারটি মৌলিক অংশের প্রয়োজন হয়। অংশগুলো হলো:

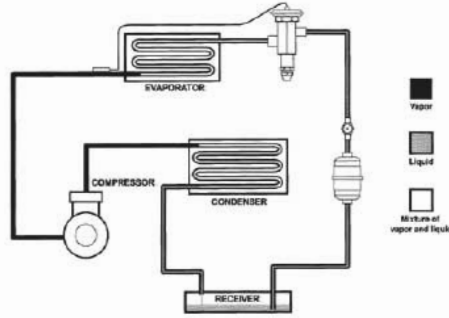
১. কমপ্রেশর (Compressor)- বাষ্প সংকোচন করে এবং হিমায়ন চক্রে হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট সঞ্চালন করে।
২. কনডেনসার (Condenser)- বাষ্পীয় হিমায়ক তরলে পরিণত করে।
৩. এক্সপানশন ডিভাইস (Expansion device)- তরল হিমায়কের চাপ কমায় এবং প্রবাহ হার নিয়ন্ত্রণ করে।
৪. ইভাপোরেটর বা কুলিং কয়েল (Evaporator or Cooling coil)- তরল হিমায়ক বাষ্পে রূপান্তর করে।

ভেপার কমপ্রেশন হিমায়ন চক্রে উপরে উল্লিখিত চারটি মূল অংশ (Basic component) ছাড়াও সহায়ক অংশ হিসেবে অ্যাকুমুলেটর, রিসিভার, ফিল্টার ড্রায়ার প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়।

কাজের ধাপসমূহ

১. কমপ্রেশন (Compression) : ইভাপোরেটর হতে নিম্ন চাপ ও তাপমাত্রায় বাষ্পীয় হিমায়ক বাষ্পে রূপান্তর করে এবং কমপ্রেশরে সংকুচিত হয়ে উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় ডিসচার্জ লাইন দিয়ে কনডেনসারে চলে যায়।

২. কনডেনসেশন (Condensation): কমপ্রেশর থেকে আসা উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় বাষ্পীয় হিমায়ক তাপ বর্জন করে উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় তরলে পরিণত হয়। ছোট ছোট হিমায়ন যন্ত্রে কনডেনসার থেকে তাপ অপসারণের জন্য ফ্যান ব্যবহার করা হয় এবং বড় হিমায়ন যন্ত্রে তাপ অপসারণের জন্য পানি বা ব্রাইন (লবণ মিশ্রিত পানি) এর মাধ্যমে কনডেনসার ঠান্ডা করা হয়।



চিত্র : ২.৫ ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সাইকেল

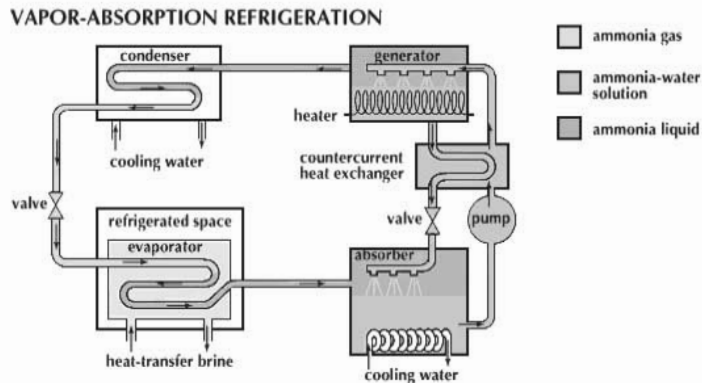
৩. এক্সপানশন (Expansion) : ইভাপারেটরে যাতে তরল রেফ্রিজারেন্ট সহজে বাষ্প পরিণত হতে পারে সে জন্য এক্সপানশন ডিভাইস রেফ্রিজারেন্ট র চাপ কমিয়ে দেয় এবং কোনো কোনো এক্সপানশন ডিভাইস ইভাপারেটরের চাহিদামতো রেফ্রিজারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করে ইভাপারেটরে পাঠায়।

৪. ইভাপোরেশন (Evaporation)

এক্সপানশন ডিভাইস থেকে নিম্নচাপ ও তাপমাত্রার রেফ্রিজারেন্ট ছোট ছোট কণা আকারে ইভাপারেটর কয়েলে প্রবেশ করে সম্প্রসারিত হয় এবং হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট সুষ্ঠু তাপ গ্রহণ করে নিম্নচাপ ও তাপমাত্রায় বাষ্প পরিণত হয়। এভাবে চক্র সম্পন্ন হয় এবং চক্রের পুনরাবৃত্তির ফলে ইভাপারেটরে নিম্ন তাপমাত্রায় সৃষ্টি হয়।

ভেপার অ্যাবজরপশন রেফ্রিজারেশন (Vapor absorption Refrigeration)

অ্যাবজরপশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেম একটি তাপ পরিচালিত ইউনিট যাতে রেফ্রিজারেন্ট পরিবর্তিতভাবে শোষক পদার্থ কর্তৃক শোষিত ও মুক্ত হয়। মৌলিক অ্যাবজরপশন সিস্টেমে ভেপার কমপ্রেশন সাইকেলের কমপ্রেশরের পরিবর্তে অ্যাবজরবার ও জেনারেটর অ্যাসেম্বলি ব্যবহৃত হয়। এতে রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে অ্যামোনিয়া এবং শোষক পদার্থ হিসেবে পানি ব্যবহৃত হয়। এটি অ্যাকোয়া অ্যামোনিয়া অ্যাবজরপশন সিস্টেম নামে পরিচিত।



১. জেনারেটর ২. কনডেনসার ৩. এক্সপানশন ভালভ ৪. ইভাপারেটর ৫. অ্যাবজরবার ৬. অ্যাকোয়া পাম্প ৭.

হিট এক্সচেঞ্জার

চিত্র: ২.৬ ভেপার অ্যাবজরপশন রেফ্রিজারেশন চক্র

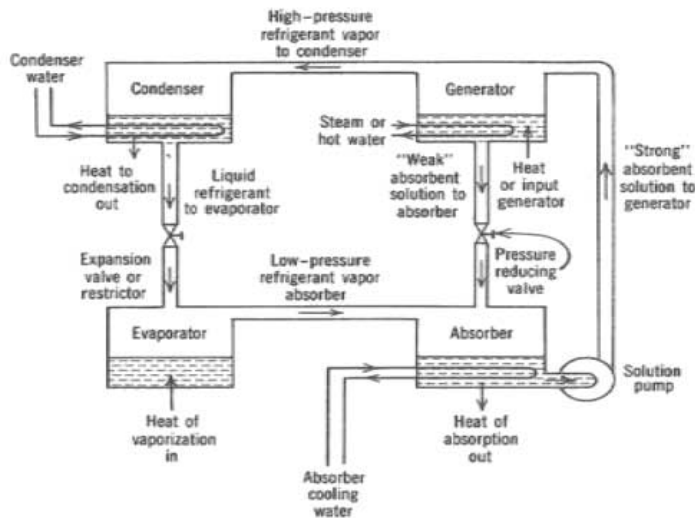
অ্যামোনিয়া ভেপার পানি দ্বারা খুব বেশি শোষিত হয়। সুতরাং যখন লো প্রেসার অ্যামোনিয়া ভেপার ইভাপোরেটর হতে এসে অবজরবারে জেনারেটর হতে আগত হালকা সলিউশনের (পানি ও সামান্য অ্যামোনিয়া) সংস্পর্শে আসে তখন ঘনীভবনের কারণে সূক্ত তাপ পরিত্যাগ করে। এতে সলিউশনের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেতে চায়। তাই পরিভ্রমণকারী পানি দ্বারা অবজরবারকে ঠান্ডা করে সমতাপমাত্রা বজায় রাখা হয়। অধিক অ্যামোনিয়া সমৃদ্ধ সলিউশন (Strong solution) পাম্পের সাহায্যে জেনারেটরে স্থানান্তর করা হয়, উপরের উৎস হতে (স্টিম, বিদ্যুৎ, গ্যাস শিখা ইত্যাদি) তাপ সরবরাহ করা হয়। অ্যামোনিয়ার স্ফুটনাঙ্কের চেয়ে কম বলে এটি দ্রুত বাষ্পীভূত হয়ে উচ্চ চাপে অ্যাকোয়া অ্যামোনিয়া সলিউশন হতে পৃথক হয়ে পড়ে এবং অবশিষ্ট হালকা অ্যামোনিয়া সলিউশন একটি প্রেসার রিডিউসিং ভালভের মাধ্যমে অবজরবারে ফিরে যায়। হিট এক্সচেইঞ্জার কড়া (Strong) সলিউশনকে গ্ৰিহীত করে এবং হালকা সলিউশনকে গ্ৰি কুল করে অ্যামোনিয়া ভেপার এরপর কনডেনসারে চলে যায় এবং সেখানে তাপ পরিত্যাগ করে ঘনীভূত হয়। কনডেনসার হতে একটি এক্সপানশন ভালভের মাধ্যমে তরল অ্যামোনিয়া নিয়ন্ত্রিত হারে ইভাপোরেটরে যায় এবং বাষ্পীভূত হয়। বাষ্পায়নকালে পরিপার্শ্ব বা পরিভ্রমণকারী ব্রাইন হতে বাষ্পীভবনের সূক্ত তাপ শোষণ করে। জেনারেটর পানি হতে অ্যামোনিয়া পৃথক করার সময় কিছু পানি বাষ্পীভূত হয়ে অ্যামোনিয়ার সঙ্গে কনডেনসারে প্রবেশ করে এবং সেখানে ঘনীভূত হয়ে বরফে পরিণত হয়ে এক্সপানশন ভালভ বন্ধ করে দিতে পারে। এজন্য একটি অ্যানালাইজার রেকটিফায়ার যৌথভাবে ব্যবহার করে কনডেনসারে যাওয়ার পূর্বে অ্যামোনিয়া ভেপার হতে পানির ভেপার দূর করা হয়।

ব্রাইন কর্তৃক গ্ৰহীত তাপ

COP =

জেনারেটরে সরবরাহিত তাপ

১. জেনারেটর ২. এনালাইজার ৩. রেকটিফায়ার ৪. কনডেনসার ৫. সাকশন লাইন হিট এক্সচেইঞ্জার
এক্সপানশন ভালভ ৭. ইভাপোরেটর ৮. অবজরবার ৯. অ্যাকোয়া পাম্প ১০. হিট এক্সচেইঞ্জার



চিত্র : ২.৭ অ্যানালাইজার ও রেকটিফায়ারসহ ভেপার অবজরপন রেফ্রিজারেশন চক্র

উপাংশগুলোর কার্যাবলি

অ্যাবজরবার বাষ্পীভূত অ্যামোনিয়া গ্যাস থেকে তাপ অপসারণপূর্বক তাকে নিম্নতাপমাত্রার তরলে রূপান্তরিত করে যাতে কাজ প্রয়োগ করে অ্যামোনিয়াকে জেনারেটরে সরবরাহ করা যায়। ইভাপোরেটর থেকে নিম্নচাপের বাষ্পীভূত অ্যামোনিয়াকে অবজরবার জেনারেটর থেকে আসা অ্যাকুয়া অ্যামোনিয়া হালকা দ্রবণ দ্বারা শোষণ করে। ফলে দ্রবণটি ঘন দ্রবণে (strong solution) রূপান্তরিত হয় এবং দ্রবণের তাপমাত্রাকে নির্দিষ্ট নিম্নমাত্রায় রাখার জন্য কয়েলে ঠান্ডা পানি প্রবাহিত করা হয়।

লিকুইড পাম্প : এটি একটি সাধারণ পাম্প যা অ্যামোনিয়ার ঘন দ্রবণকে অল্প কাজ ব্যয়ে জেনারেটরে সরবরাহ করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

জেনারেটর : অ্যামোনিয়ার ঘন দ্রবণ থেকে অ্যামোনিয়াকে পৃথক করার কাজে ব্যবহৃত হয়। জেনারেটরে সরবরাহ করার কাজে ব্যবহৃত হয়। জেনারেটরে সরবরাহকৃত অ্যামোনিয়ার ঘন দ্রবণকে বাইরের কোনো উৎস থেকে তাপ প্রয়োগ করে উত্তপ্ত করলে অ্যামোনিয়ার স্ফুটনাঙ্ক পানির স্ফুটনাঙ্ক থেকে কম বলে অ্যামোনিয়া তাড়াতাড়ি উচ্চচাপের বাষ্পে পরিণত হয়। জেনারেটর উচ্চ চাপের অ্যামোনিয়া বাষ্পকে কনডেনসারে সরবরাহ করে।

অ্যানালাইজার : অ্যানালাইজার একটি ডাইরেক্ট কনটাক্ট হিট এক্সচেইজার যার মধ্যে এক সারি ট্রে সিরিজে সংযুক্ত থাকে, এটি জেনারেটরের ওপরে স্থাপন করা থাকে। অ্যাবজরবার থেকে ঘন (strong) সলিউশন এবং রেফ্রিফায়ার থেকে অবশিষ্ট সলিউশন অ্যানালাইজারের ওপর দিক থেকে নিচের দিকে প্রবাহিত হয়ে ট্রের ওপর দিয়ে জেনারেটরে আসে। জেনারেটর থেকে নির্গত ভেপার ওই সলিউশন দিয়ে শীতল হয়, ফলে ভেপারের সাথে মিশ্রিত জলীয় বাষ্প (water vapor) ঘনীভূত হয়ে পানিতে পরিণত হয় এবং অ্যামোনিয়া ভেপার রেফ্রিফায়ারে চলে যায়। নির্দিষ্ট চাপে পানির সম্পৃক্ত তাপমাত্রা অ্যামোনিয়ার চেয়ে বেশি বলে পানি আগে ঘনীভূত হয়। জেনারেটরে আসা সলিউশন অ্যামোনিয়া থেকে তাপ শোষণ করে ফলে জেনারেটরে তাপের সাশ্রয় হয়।

রেফ্রিফায়ার : অ্যানালাইজার থেকে নির্গত বাষ্প ঠান্ডা করে এর ভেতরের অবশিষ্ট জলীয় কণা ঘনীভূত করে শুষ্ক অ্যামোনিয়া ভেপার কনডেনসারে প্রেরণ করাই হলো রেফ্রিফায়ারের কাজ। রেফ্রিফায়ার মূলত একটি ওয়াটার কুল্ড কনডেনসার, 40°C থেকে 50°C তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়া ভেপার শুষ্ক হয়ে যায়।

কনডেনসার : একটি ঘনীভূতকরণ উপাংশ হিসেবে কাজ করে। এখানে উচ্চ চাপের বাষ্পীভূত অ্যামোনিয়া তার সুপ্ত তাপ বর্জন করে উচ্চ চাপের সম্পৃক্ত তরলে রূপান্তরিত হয়।

এক্সপানশন ভালভ : থ্রটলিং প্রক্রিয়ায় উচ্চ চাপ এবং তাপমাত্রার তরল অ্যামোনিয়াকে নিম্নচাপ ও তাপমাত্রার তরলে পরিণত করে।

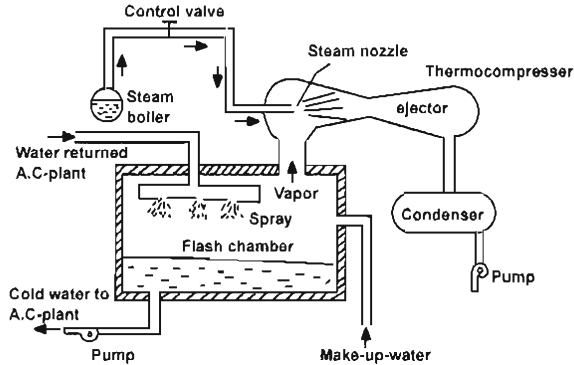
ইভাপোরেটর : এটি একটি বাষ্পীকরণ উপাংশ। এখানে নিম্নচাপ এবং তাপমাত্রার তরল অ্যামোনিয়া শীতল প্রকোষ্ঠ থেকে ব্রাইন দ্রবণ (Brine solution) থেকে তাপ শোষণ করে বাষ্পে রূপান্তরিত হয়।

থ্রেশার রিডিউসিং ভালভ : এটি জেনারেটর থেকে প্রত্যগত হালকা অ্যাকুয়া অ্যামোনিয়া দ্রবণের চাপ কমানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এ ভালভের মধ্য দিয়ে হালকা দ্রবণ জেনারেটর থেকে হিট এক্সচেইনজারের মধ্য দিয়ে আবজরবারে আসে।

হিট এক্সচেইনজার : এটি একটি তাপ আদান-প্রদানকারীর উপাংশ। জেনারেটর থেকে আবজরবার প্রত্যগত অ্যাকুয়া অ্যামোনিয়ার হালকা দ্রবণ হিট এক্সচেইনজার দিয়ে আসার সময় হিট এক্সচেইনজারে তাপ বর্জন করে নিম্ন তাপমাত্রার দ্রবণে পরিণত হয়। পক্ষান্তরে নিম্ন তাপমাত্রার অ্যামোনিয়ার ঘন দ্রবণ লিকুইড পাম্পের সাহায্যে হিট এক্সচেইনজারের মধ্য দিয়ে জেনারেটরে যাওয়ার সময় হিট এক্সচেইনজার থেকে তাপ গ্রহণ করে উচ্চ তাপমাত্রার দ্রবণে পরিণত হয়। বর্তমানে সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে ব্যবহৃত হচ্ছে আবজরপশন চিলার। এতে শোষক হিসেবে লিথিয়াম ব্রোমাইড (LiBr) নামক এক ধরনের লবণ এবং রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে পানি ব্যবহৃত হচ্ছে।

স্টিম জেট রেফ্রিজারেশন সিস্টেম (Steam jet refrigeration system) : তরলের চাপ কমলে তার স্ফুটনাঙ্ক কমে যায়। এ তত্ত্বের ওপর ভিত্তি করে এ সিস্টেম কাজ করে। যদি কোনো সারফেস ওয়াটারের চাপ বায়ুমণ্ডলের নিচে 0.14 bar-এ কমিয়ে আনা যায় তাহলে তার স্ফুটনাঙ্ক হবে 12°C আর যদি পানির সারফেসের চাপ 0.01 bar-এ কমিয়ে আনা যায় তবে তার স্ফুটনাঙ্ক হবে 8°C । এতে রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে পানি ব্যবহার করে ফ্লাস চেম্বার (ইভাপোরেটর)-এ পানি রেখে এর সাথে সংযুক্ত ইজেকটরে স্টিম থ্রটলিং-এর মাধ্যমে কৃত্রিমভাবে ভ্যাকুয়াম তৈরি করে ফ্লাস চেম্বারে কিছু পানি বাষ্পে পরিণত করা হয়।

Fuel supply (ফ্যুয়েল সাপ্লাই) Boiler (বয়লার) Steam nozzle (স্টিমনজল) Ejector (ইজেকটর) Condenser (কনডেনসার) Pump (পাম্প) Flash Chamber(ফ্লাস চেম্বার) Make up water (মেকআপ ওয়াটার) Load (লোড)



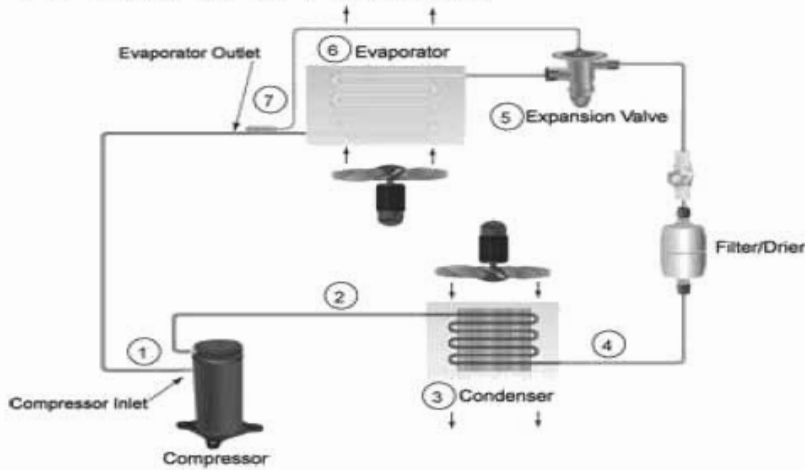
চিত্র : ২.৮ স্টিম জেট রেফ্রিজারেশন সিস্টেম

পানি বাষ্পায়নের সময় ফ্লাস চেম্বার অবশিষ্ট পানি থেকে সুষ্ঠু তাপ গ্রহণ করায় চেম্বারের পানির তাপমাত্রা কমে 8° তাপমাত্রায় চলে আসে। ঠান্ডা পানি এয়ারকন্ডিশনারের লোডে চলে যায় এবং সেখানে বাতাস ঠান্ডা করার সময় বাতাস থেকে তাপ গ্রহণ করে ফ্লাস চেম্বারে ফিরে এসে স্প্রে হয়। ইজেকটর নজলের মাধ্যমে স্টিম জেট স্প্রে করায় এবং ইজেকটর থ্রটলিং করার ফলে সেখানে ভ্যাকুয়াম বা নিম্নচাপের সৃষ্টি হয়। ফ্লাস চেম্বারে অতি নিম্নচাপ

সৃষ্টি হওয়ার কারণে শ্রেণ হওয়া কিছু পানি বাষ্পে পরিণত হয় এবং এই বাষ্প টেনে (sucked) ইজেকটরে নিয়ে যায়। স্টিম জেট থেকে নির্গত স্টিম এবং ক্লাস চেম্বার থেকে টেনে নেওয়া বাষ্প মিশ্রিত হয়ে কেনডেনসারে শীতল হয়ে পুনরায় উত্তপ্ত পানিতে পরিণত হয়। এ পানি ফিড পাম্পের সাহায্যে বয়লারে সরবরাহ করা হয়। ক্লাস চেম্বারে বাষ্পায়ন ও সেকেন্ডারি সার্কিটে (কুলিং কয়েলে) সামান্য পানির ঘাটতি হয়। সে ঘাটতি পানি মেকআপ ওয়াটার সিস্টেমের মাধ্যমে সরবরাহ করা হয় এবং অবশিষ্ট পানি চক্রাকারে ঘুরতে থাকে ইন্ডাস্ট্রিতে যেখানে বয়লার আছে এবং প্রচুর স্টিমের ব্যবহার হয় সেখানে এ ধরনের রেফ্রিজারেশন সিস্টেম দিয়ে এয়ারকন্ডিশনিং করা লাভজনক।

এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেম (Air expansion refrigeration system)

এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেশন সাইকেলকে গ্যাস সাইকেল রেফ্রিজারেশনও বলা হয়। এতে হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে বাতাস (Air) ব্যবহৃত। রিচার্জ ব্রেটইন বা জুল সাইকেল অনুসারে বেল কোলম্যান (Bell colman) যে এয়ার রেফ্রিজারেটর তৈরি করে ছিলেন তা ছিল আগের দিনের রেফ্রিজারেটরগুলোর একটি ধরন। এ রেফ্রিজারেটর শিশে হিমায়িত মাংস বহন করার কাজে ব্যবহৃত হতো। এতে একটি কমপ্রেসর, একটি কুলার বা হিট এক্সচেঞ্জার, একটি এক্সপান্ডার ও একটি রেফ্রিজারেটর বা কুলিং চেম্বার থাকে। চিত্র: ২.৮ এ একটি এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেটর দেখানো হয়েছে।



চিত্র : ২.৯ এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেম

কাজের ধাপ

সংকোচন (compression) : রেফ্রিজারেটর বা কুলিং চেম্বার থেকে নিষ্কাশণ ও তাপমাত্রায় বাতাস কমপ্রেসর সিলিন্ডারে টেনে নেয় এবং সংকুচিত করে উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় কুলার বা হিট এক্সচেঞ্জারে প্রেরণ করে। এ সময় বাতাসের আয়তন খুব কম থাকে।

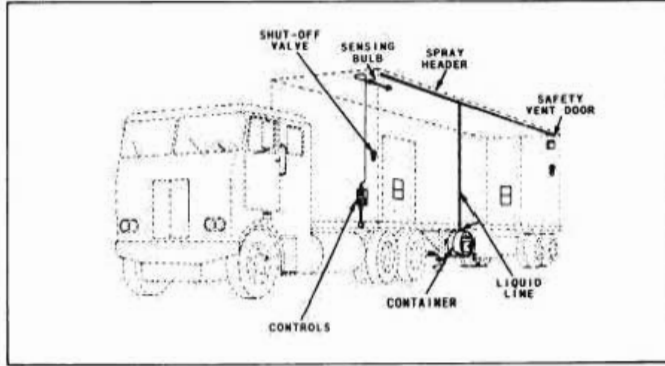
শীতলকরণ (Cooling) : কমপ্রেসর থেকে আসা উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় সংকুচিত বাতাসকে কুলারে ঠান্ডা পানি প্রবাহের মাধ্যমে শীতল করা হয়।

এক্সপানশন (Expansion) : কুলার থেকে বাতাস এক্সপান্ডার সিলিভারে টেনে নেয় এবং বাতাসকে ওই সিলিভারের মধ্যে সম্প্রসারিত করে। সম্প্রসারণের ফলে বাতাসের চাপ ও তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

রেফ্রিজারেশন (Refrigeration) : এক্সপান্ডার থেকে শীতল বাতাস রেফ্রিজারেটরে প্রবাহিত হয়। এখানে রাখা মালামাল থেকে তাপ গ্রহণ করে মালামাল ঠান্ডা করে। এখন চক্রের পুনরাবৃত্তি ঘটে।

এক্সপেন্ডেবল রেফ্রিজারেন্ট রেফ্রিজারেশন (Expendable refrigerant refrigeration)

যে হিমায়ন বা রেফ্রিজারেশন প্রক্রিয়ায় হিমায়ক বা রেফ্রিজারেট খরচ হয়ে যায় তাকে খরচযোগ্য বা এক্সপেন্ডেবল রেফ্রিজারেট রেফ্রিজারেশন বলে। এতে রেফ্রিজারেট হিসেবে তরল নাইট্রোজেন বা তরল কার্বন ডাই-অক্সাইড ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতি সাধারণত কাভার্ড ভ্যান বা ট্রাকে ব্যবহৃত হয়। কাভার্ড ভ্যান-এ যে আবদ্ধ প্রকোষ্ঠ থাকে তার ভেতরের তল তাপে কুপরিবাহী পদার্থ দিয়ে আবৃত করা হয়, যাতে বাইরে থেকে ভেতরে তাপ প্রবেশ করতে না পারে। রেগুলেটরসহ একটি বা দুটি লিকুইড নাইট্রোজেন স্প্রে করা হয়। লিকুইড নাইট্রোজেন স্প্রে হলে বাস্পে পরিণত হওয়ার সময় রক্ষিত মালামাল থেকে সূক্ত তাপ গ্রহণ করে।



চিত্র : ২.১০ এক্সপেন্ডেবল রেফ্রিজারেট রেফ্রিজারেশন

ফলে আবদ্ধ প্রকোষ্ঠ ধীরে ধীরে শীতল হতে থাকে। বাস্পে পরিণত হওয়া নাইট্রোজেন আবদ্ধ প্রকোষ্ঠের পেছনের দিকের একটি ছিদ্রপথ দিয়ে বের হয়ে যায় এতে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের ডিভাইস থাকে। সাধারণ- 20°C তাপমাত্রায় থার্মোস্ট্যাট সেট করা থাকে। কোনো তরল যদি মানবদেহে আঘাত করে তবে কোন্ড বার্নিং হবে। কারণ নাইট্রোজেন স্প্রে করায় বদ্ধ প্রকোষ্ঠে অক্সিজেনের অভাব হয়।

থার্মোইলেকট্রিক রেফ্রিজারেশন (Thermoelectric refrigeration)

থার্মোইলেকট্রিক রেফ্রিজারেশন বলতে কোনো রেফ্রিজারেট কে তাপ পরিবহনের মাধ্যম (Carrier) হিসেবে ব্যবহার না করে ইলেকট্রন ব্যবহার করে তাপকে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তরের কৌশল বা প্রক্রিয়াকে বোঝায়। এতে প্রচলিত হিমায়ন যন্ত্রের ন্যায় কোনো যন্ত্রাংশ (যেমন: কমপ্রেসর, কনডেনসার, ইভাপোরেটর, এক্সপানশন ডিভাইস ইত্যাদি) এবং হিমায়ক থাকে না। মোট কথা, এতে কোনো চলমান অংশ নেই, কোনো শব্দ হয় না, আকারে খুব ছোট এবং খুব সামান্য সার্ভিসিং-এর প্রয়োজন হয়। থার্মোইলেকট্রিক রেফ্রিজারেশন মূলত থার্মোকপল নীতি থেকে উদ্ভাবিত হয়েছে। দুটি ভিন্ন ধাতুর দণ্ড বা তারকে একত্র করে সংযোগস্থলে তাপীয় বিভব (Thermal emf) সৃষ্টি করলে বা তাপ ডিগ্রি প্রবাহ যুক্ত খাত্ত যুগলকে থার্মোকপল বলে। ২.১০ চিত্রে একটি

সাধারণ বার্মেইলেকট্রিক সার্কিট দেখানো হয়েছে। এতে দুটি তড়িৎ ধাতু A ও B একত্র করে সংযোগ করা দুটিকে তড়িৎ তাপমাত্রার পার্থক্য হলে তাদের জোড়ার দ্বারা তড়িৎ বিভব প্রবাহ সৃষ্টি হয়।



চিত্র : ২.১১ সাধারণ বার্মেইলেকট্রিক (বার্মেইলেকট্রিক) সার্কিট

১৮২১ সালে জার্মান পদার্থবিদ সিবেক (Seebeck) বার্মেইলেকট্রিক সার্কিটটি উদ্ভাবন করেন। তার নাম অনুসারে একে সিবেক ইফেক্ট বলা হয়।

১৮৩৪ সালে জেন পেল্টিয়ার (Jean Peltier) দেখতে পেলেন যে দুটি তড়িৎ ধাতুর সংযোগ দিয়ে বদ্ধ বর্তনীতে তাহিলেই কারেন্ট স্রবণ হলে তাহিলের এক প্রান্ত ঠাণ্ডা এবং অপর প্রান্ত গরম হয়। একে পেল্টিয়ার ইফেক্ট বলে।

তাপ তড়িৎ পদার্থের বৈশিষ্ট্য (Properties of thermoelectric materials)

বার্মেইলেকট্রিক বৈদ্যুতিক প্রকৌশল ক্ষমতা পেল্টিয়ার ত্রিমা অনুসরণ করে। পেল্টিয়ার ত্রিমা তাপ স্রবণের দুই প্রান্তে যে উষ্ণতার পার্থক্য সৃষ্টি হয় তা তড়িৎ পদার্থের বৈশিষ্ট্যের উপর নির্ভর করে।



চিত্র : ২.১২ সিবেক ইফেক্ট



চিত্র : ২.১৩ পেল্টিয়ার ইফেক্ট

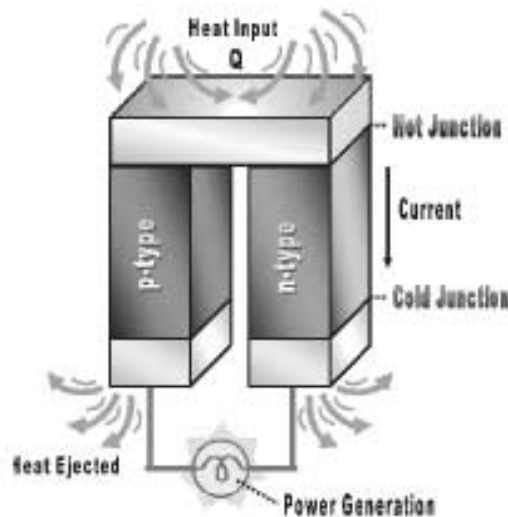
নিচে তাপ তড়িৎ পদার্থের বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ করা হলো-

১. ঘোষণিত তড়িৎ বাবা তড়িৎ প্রবাহ জন্য তাপ তড়িৎ পদার্থকে অবশ্যই তড়িৎ সুপরিবাহী করতে হবে।
২. যেহেতু তাপ স্রবণের এক প্রান্তে তাপ গ্রহণ করবে এক অপর প্রান্তে তাপ বর্জন করবে সুতরাং তাপ তড়িৎ পদার্থকে অবশ্যই খুব কম তাপ পরিবহন গুণসম্পন্ন (Very poor conductor of heat) হতে হবে।

৩. তাপ ভক্সিৎ পদার্থের উচ্চ তাপ ভক্সিৎ অক্ষমতা (High thermoelectrical power) হতে হবে অর্থাৎ তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে ভোল্টেজ পরিবর্তনের হার উচ্চ হতে হবে। কোনো ধাতুই ওশরে উদ্ভিখিত ওশভলো থাকে না, অর্ধপরিবাহী পদার্থ (Semi conductor) তাপ ভক্সিৎ পদার্থের কাছিক্ত বৈশিষ্ট্যভলো পূর্ণ করতে সক্ষম। এ কারণে ট্রানজিস্টর অর্থাৎ অর্ধপরিবাহী পদার্থ উচ্চ হওয়ার পূর্বে কোনো ংটি ধাতব পদার্থের তাপ হুলা দিয়ে তাপ ভক্সিৎ হিসারশ বার তৈরি করা সক্ষম হলি।

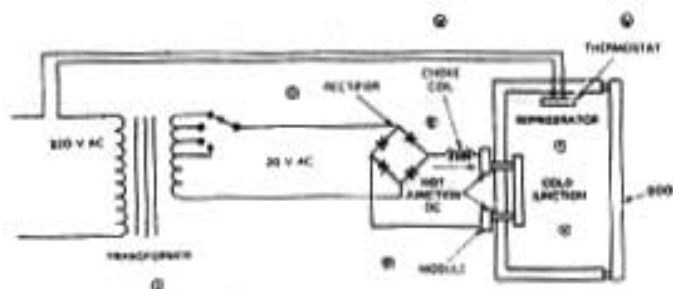
ধার্মিকতাবাদিক যৌথসংগঠন কার্যকর

থার্মোইলেকট্রিক স্কুলারে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হলে একে ২২০ ভোল্ট এসিটিকে স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মারের ২০ ভোল্ট এসি এবং রেজিস্টারের সাহায্যে ২০ ভোল্ট ডিসিতে রূপান্তর করা হয়। ২০ ভোল্টের ডাইরেই কারেন্ট থার্মোইলেকট্রিক মডিউলের কেন্দ্র দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার ফলে রেজিস্টারোটেরের আংশে ঠান্ডা এবং বাকিের আংশে গরম হয়। থার্মোইলেকট্রিক স্কুলিং ইউনিট বর্ধন রেজিস্টারেরশে ব্যবহার হয় তখন তাকে মডিউল (Module) বলে।

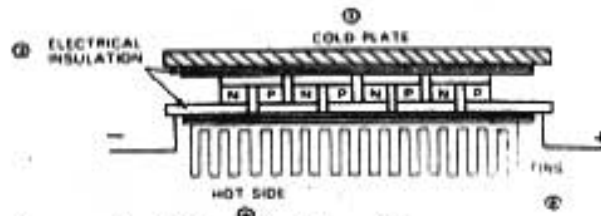


দিন্য : ২.১৬ অর্থনৈতিকভাবে শিবেক ও সোলটিয়ার তিনা

১. ট্রান্সফরমার ২. জেটিকারার ৩. ফ্রোক কক্সন ৪. নবিস্টন ৫. থার্মোস্ট্যাট ৬. রেজিস্টারের ৭. ফোল্ড জাংশন



শ্রি. ২.১৫ বাণেশ্বরের টেক রেলিংসে পাতার সাহায্য



১. ইলেকট্রিক্যাল ইনসুলেশন ২. কোল্ড প্লেট ৩. হট সাইড ৪. ফিন

চিত্র : ২.১৬ থার্মোইলেকট্রিক মরিস্টল

একটি মরিস্টলে অনেকগুলো ঐক্য এক পরস্পর আলাদা সিরিজে যুক্ত থাকে। ২.১৫ চিত্র এ ধরনের একটি মরিস্টলের ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। P এবং N দিয়ে অর্ধপরিবাহী ডিওপলিট্রন ইলেকট্রনিক্সের ধরন বোঝানো হয়েছে। ২.১৬ চিত্রে থের্মোইলেকট্রিক মরিস্টল লেখানো দেখানো হয়েছে। থের্মোইলেকট্রিকের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য একটি থার্মোস্ট্যাট থাকে।

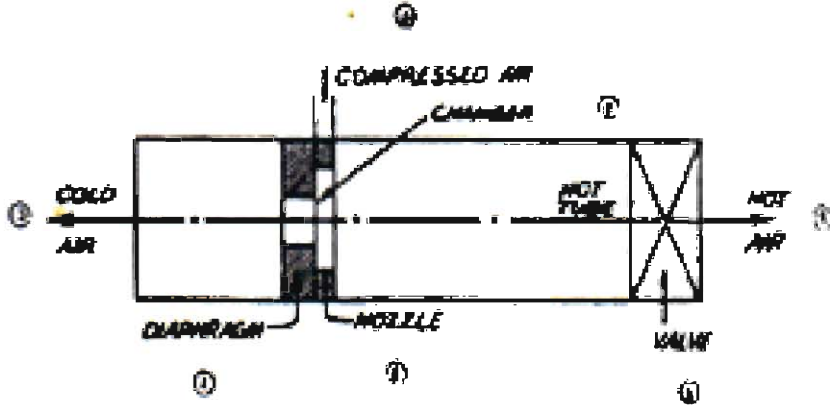
ভোরটেল টিউব থের্মোইলেকট্রিক (Vortex tube refrigeration) :

ভোরটেল টিউব এমন একটি ডিভাইস যা একই সাথে ঐক্য ও পরস্পর প্রদান করতে সক্ষম। এর শক্তির উৎস সংকুচিত বাতাস। সংকুচিত বাতাস প্রবাহকে ভোরটেল টিউব দুটি প্রবাহ প্রান্তে পরিণত করে সুদীর্ঘ পাইপের মতো। একটি গরম ও অপরটি শীতল। একটি নিয়ন্ত্রণ ভালভ-এর সাহায্যে গরম ও শীতল বাতাসের নির্গমনের পরিমাণ পরিবর্তন করা যায়। ১৯৩১ সালে জি-জে র্যাংক (GJ Ranque) ভোরটেল টিউব উদ্ভাবন করেন। এর পর হেলচ (Heslach) নামক জার্মান প্রকৌশলী এটিকে উন্নত করেন। যখন প্রবাহ বোধ করা হলো যে, ভোরটেল টিউব এমন একটি ডিভাইস যা প্রান্তে সংকুচিত বাতাস সরবরাহ করলে তা টিউবের দুই প্রান্ত দিয়ে গরম ও শীতল বাতাস এক সাথে নির্গত করে। এ তথ্য জার্মান পর অনেক চিন্তা করতে থাকলেন এটা সম্ভবত তাপমাত্রা বিজ্ঞানের বিজ্ঞান সূত্র সজলকারী একটি ব্যাপার। পরে Eckert, এর আচরণ লক্ষ্যে তাত্ত্বিক ব্যাখ্যা দেন। এর পরেও ভোরটেল টিউব সম্বন্ধে অনেক রিসার্চ হয়েছে। কিন্তু বাণিজ্যিক লিভ দিয়ে এর প্রয়োগযোগ্যতা খুব সামান্যই অধিকারিত হয়েছে। কারণ করা হয়, বর্তমান বিদ্যে এক শতকের মত ভোরটেল টিউব বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে।

ভোরটেল টিউবের উপাদানসমূহ

ভোরটেল টিউব প্রধানত নিচে বর্ণিত অংশগুলো নিয়ে গঠিত হয়।

১. নজল (Nozzle)
২. ডায়াফ্রাম (Diaphragm)
৩. ভালভ (Valve)
৪. গরম বাতাস নির্গমন প্রান্ত (Hot air side)
৫. শীতল বাতাস নির্গমন প্রান্ত (cold air side)

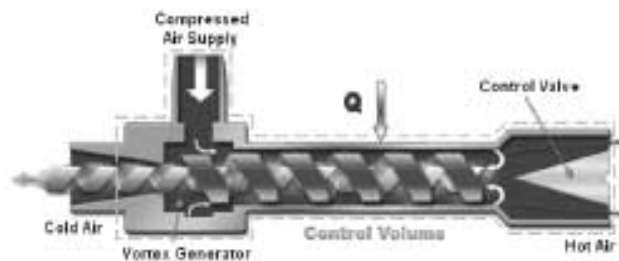


১. কোম্প্রেসর ২. ডায়াফ্রাম ৩. কম্প্রেসরড এয়ার ৪. হট টিউব ৫. নজল ৬. ভালভ ৭. হট এয়ার
চিত্র : ২.১৭ ভোরটেক্স টিউব

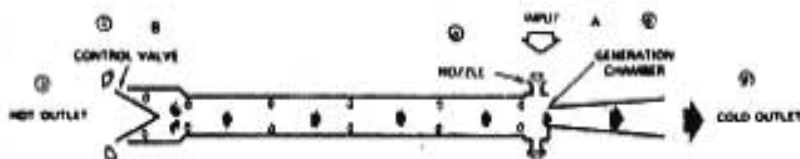
ডিজাইন অনুসারে নজল অভিসারী, অপসারী অথবা অভিসারী-অপসারী প্রকৃতির হয়। নজল দক্ষতার সাথে এমন ভাবে ডিজাইন করা হয় যাতে ইনলেট লস হ্রাস করে উচ্চ গতিবেগ এবং উচ্চ প্রবাহ হার বজায় রাখা যায়। চেম্বার, নজলের একটি অংশ যা নজলের সাথে একই তলে অবস্থান করে এবং উচ্চ গতির বাতাস প্রবাহ তির্যকভাবে গরম প্রান্তে পাঠিয়ে দেয়। সাধারণত চেম্বার বৃত্তাকার হয় না তবে তা ক্রমশ শঙ্খ আকার (Spiral) ধারণ করে। গরম দিকের প্রস্থচ্ছেদ সিলিন্ডার আকৃতির এবং ডিজাইন অনুসারে ভিন্ন দৈর্ঘ্যের হয়ে থাকে। প্রফেসর পারুলেকার (Parulekar) প্রস্তাব করেছেন গরম দিকের দৈর্ঘ্য ব্যাসের তিন গুণ হলে (3D) ভোরটেক্স টিউব থেকে ভালো কাজ পাওয়া যাবে। গরম প্রান্ত দিয়ে বাতাস প্রবাহে প্রতিরোধ সৃষ্টি করা হয় ভালভ-এর সাহায্যে এবং ভোরটেক্স টিউবের গরম তথা ঠান্ডা বাতাসের প্রবাহও নিয়ন্ত্রণ করে থাকে ভালভ। ডায়াফ্রাম অল্প পুরুত্বের সিলিন্ডার আকৃতির একটি খণ্ড যার কেন্দ্রে নির্ধারিত ব্যাসের একটি ছোট ছিদ্র থাকে, গরম বাতাস প্রবাহ ভালভ-এ বাধা পেয়ে ফিরে আসে এবং ডায়াফ্রামের ছিদ্রপথ দিয়ে নির্গত হয়ে শীতল প্রান্তে চলে যায়। শীতল প্রান্ত গঠনে সিলিন্ডার আকৃতির যার ভেতর দিয়ে ঠান্ডা বাতাস নির্গত হয়।

ভোরটেক্স টিউবের কার্যাবলি :

ভোরটেক্স টিউবের নজলগুলো এমনভাবে সাজানো থাকে যাতে সংকুচিত বাতাস জেনারেশন চেম্বার-এর পরিধি বরাবর তির্যকভাবে ইনজেক্ট করা যায়। এতে সাইক্লোনের মতো বাতাসের ঘূর্ণিপাক সৃষ্টি হয়। নজলের আকৃতির কারণে বাতাসের চাপ কমে বেগ বেড়ে (প্রায় শব্দের গতির সমান) যায়। ফলে জেনারেশন চেম্বারে ভোরটেক্স প্রবাহ সৃষ্টি হয় এবং বাতাস কণ্ডলীর আকারে পাকিয়ে (Spiral like motion) পাইপের ভেতরের গা বেয়ে গরম প্রান্তের দিকে এগিয়ে যায়। গরম প্রান্তে শেষ ভাগে একটি ভালভ-এর মাধ্যমে এই প্রবাহ বাধাপ্রাপ্ত হয়। আংশিক বন্ধ এই ভালভ-এর বাধার কারণে বাতাস প্রবাহের চাপ যখন বাইরের চেয়ে কিছুটা বেড়ে যায় তখন পাইপের কেন্দ্রে দিয়ে একটি বিপরীতমুখী এক্সিয়াল পেলা সৃষ্টি হয়। এই উল্টো শ্রোত বেশি চাপ থেকে কম চাপের দিকে অগ্রসর হয়।



চিত্র। ২.১৮ জেরটেক্স টিউব রেফ্রিজারেশন



Schematic drawing of vortex tube. A - Compressed air inlet B - Control valve (Vortex Corp.)

চিত্র : ২.১৯ সিমেন্টিক ড্রাইং জেরটেক্স টিউব

এ সময় সমুদ্র শ্রোত ও বিপরীত শ্রোতের মধ্যে শক্তি স্থানান্তর বা বিশিষ্ট ঘটে। ফলে জেরটেক্স টিউবের কেন্দ্রে দিয়ে প্রবাহিত বিপরীত শ্রোত শীতল হয়, প্রবেশ তাপমাত্রার চেয়ে অনেক নিম্ন তাপমাত্রার পরিণত হয় এবং টিউবের পা দিয়ে বায়বীয় সমুদ্র শ্রোত উত্তপ্ত হয়ে ওঠে। ঠান্ডা বাতাস ভ্যারিয়েন্সের বিপরীত হয়ে শীতল এঁত দিয়ে নির্গত হয় এবং পরবর্তীতে বাতাস অসংকট-এর খোলা পথ দিয়ে বের হয়ে যায়। অসংকট খোলায় পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করে ঠান্ডা বাতাস প্রবাহের পরিমাণ ও তার তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

২.৩ রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির ব্যবহারের ভিত্তিক

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল রেফ্রিজারেশন

- (ক) আগের দিনে সরাসরি ঠান্ডা পানি বা কয়ল তৈরিতে ব্যবহার করা হতো।
- (খ) ভিকারি কুলার বা ইন্ডাস্ট্রিয়াল কুলারে ব্যবহার করা হয়।
- (গ) কৃত্রিম স্রাব্য তৈরি করতে ব্যবহার করা হয়।

২. অফিস রেফ্রিজারেশন : আগের দিনে ফ্রেশ ফ্রুজ সরবরাহ করতে অফিস রেফ্রিজারেশন ব্যবহার করা হতো। বর্তমানে তাপ কুপরিবাহী গ্যাসে বাহ রেখে কয়ল খণ্ড দিয়ে ফ্রেশ ফ্রুজ সরবরাহ করা হচ্ছে।

৩. গ্রাই অফিস :

- (ক) গ্রাই অফিস রেফ্রিজারেশন ব্যবহার হয় যেখানে বিদ্যুৎ নেই
- (খ) গ্যাসোলিন খাসপ্রদ্য পরিবহনে
- (গ) জীবাণু বিন্যাসিত প্রদ্য, স্যানিটাইজ ইত্যাদি পরিবহন ও সংরক্ষণে
- (ঘ) টিকিটো ফ্রেজ অসংকট জমাটি বাঁধারোগে বহুত
- (ঙ) পরিবহন কনটেইনার ঠান্ডা করার কাজে

৪. ভোপার কমপ্রেসন রেফ্রিজারেশন

(ক) ডমেস্টিক রেফ্রিজারেটর ও ফ্রিজার, (খ) ওয়াটার কুলার, (গ) ওয়াক ইন কুলার, (ঘ) রিচ ইন কুলার (ঙ) ব্লাড ব্যাংক, (চ) ডিসপেন্স কেস, (ছ) মিক্স কুলার, (জ) বেভারেজ কুলার, (ঝ) আইস প্ল্যান্ট, (ঞ) আইস মেকার, (ট) আইসক্রিম ফ্যাক্টরি, (ঠ) ফিশ প্রসেসিং প্ল্যান্ট, (ড) ফিশ ও মিট প্রিজার্ভার, (ঢ) ডেইরি ফার্ম, (ণ) ট্রান্সপোর্ট রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনার (ত) বিভিন্ন ধরনের এয়ারকন্ডিশনার (থ) ডি-হিউমিডিয়াফার (দ) ইনকিউবেটর

৫. ভোপার অ্যাবজরপশন রেফ্রিজারেশন

সেন্দ্রাল এয়ারকন্ডিশনার-এ ব্যবহৃত হয়।

৬. স্টিম জেট রেফ্রিজারেশন

ইন্ডাস্ট্রিতে যেখানে বয়লার আছে এবং প্রচুর স্টিমের ব্যবহার হয় সেখানে এয়ারকন্ডিশনিং-এর জন্য স্টিম জেট রেফ্রিজারেশন ব্যবহার করা হয়।

৭. এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেশন

(ক) আগের দিনে শিপে করে হিমায়িত মাংস বহন করার কাজে ব্যবহৃত হতো।

(খ) এরোপ্লেনে এয়ারকন্ডিশনিং এ এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেশন ব্যবহৃত হয়।

এক্সপেন্ডেবল রেফ্রিজারেট রেফ্রিজারেশন

কার্ভার্ড ভ্যান বা ট্রাক রেফ্রিজারেশনে ব্যবহৃত হয়

৮. থার্মোইলেকট্রিক রেফ্রিজারেশন

ক) বহনযোগ্য (Portable) রেফ্রিজারেটরে ব্যবহৃত হয়

খ) বিলাসসামগ্রী হিসেবে (Luxury type) আর্থিক রেফ্রিজারেটর ও ওয়াটার কুলারে

গ) মহাশূন্যযান ও এয়ার ক্রাফটে বৈজ্ঞানিক সামগ্রী ঠান্ডা করার কাজে

ঘ) কম্পিউটার ও ইলেকট্রিক সামগ্রী ঠান্ডা করার কাজে

ঙ) যেখানে তাপমাত্রার পার্থক্য কম সেখানে রুম এয়ারকন্ডিশনিং-এর কাজে

৯. ভোরটেক্স টিউব রেফ্রিজারেশন

ক) খনিতে কর্মরত শ্রমিকের শরীর ঠান্ডা করার জন্য পরিধেয় পোশাকে ভোরটেক্স টিউব ব্যবহৃত হয়

খ) যেখানে তরল কুল্যান্ট ব্যবহার অনাকাঙ্ক্ষিত সে ক্ষেত্রে টুলবিট ঠান্ডা করা বা অনুরূপ কাজে ভোরটেক্স টিউব ব্যবহার করা হয়।

গ) গ্যাস টারবাইনের রোটর ব্রেড ঠান্ডা করার কাজে ভোরটেক্স টিউব ব্যবহৃত হয়

ঘ) ইলেকট্রনিক ইন্সট্রুমেন্টের স্পট কুলিং-এর কাজে ভোরটেক্স টিউব ব্যবহৃত হয়।

ঙ) ল্যাবরেটরিতে কোনো নমুনা (Sample) নির্দিষ্ট সময় শীতল রাখার কাজে ভোরটেক্স টিউব ব্যবহৃত হয়।

চ) সমান মাপের দুটি যন্ত্রাংশের একটি ঠান্ডা করে সামান্য সংকুচিত অবস্থায় অপরটির ভেতরে ফিট করার কাজে (Shrink fitting) ভোরটেক্স টিউব ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নমালা-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

১. ইভাপোরেটিভ রেফ্রিজারেশন বলতে কী বোঝায়?
২. আইস রেফ্রিজারেশন বলতে কী বোঝায়?
৩. ড্রাই আইস রেফ্রিজারেশন বলতে কী বোঝায়?
৪. ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সাইকেলের মৌলিক অংশগুলোর নাম ও কাজ লেখ।
৫. ভেপার অ্যাবজরপশন রেফ্রিজারেশন সাইকেলের অংশগুলোর নাম লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

৬. ভেপার কমপ্রেশন ও ভেপার অ্যাবজরপশন সিস্টেমের অংশগুলোর তুলনা কর।
৭. স্টিম জেট রিফ্রিজারেশনের মূলনীতি সংক্ষেপে লেখ।
৮. এক্সপেন্ডেবল রেফ্রিজারেন্ট রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির মূলনীতি লেখ।
৯. সিবেক ইফেক্ট ও পেলটিয়ার ইফেক্ট বলতে কী বোঝায়?
১০. ভোরটেক্স টিউব রেফ্রিজারেশনের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো লেখ।
১১. আইস ও ড্রাই আইস রেফ্রিজারেশন ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো লেখ।
১২. ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো লেখ।
১৩. এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেশন-এর মূলনীতি লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ইভাপোরেটিভ রেফ্রিজারেশনের বর্ণনা দাও।
২. আইস রেফ্রিজারেশন চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৩. ড্রাই আইস রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৪. ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সাইকেলের-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৫. ভেপার অ্যাবজরপশন রেফ্রিজারেশন সাইকেলের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৬. অ্যাকুয়া অ্যামোনিয় রেফ্রিজারেশন সাইকেলে ব্যবহৃত অংশগুলোর কাজ বর্ণনা কর।
৭. স্টিম জেট রেফ্রিজারেশনের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৮. এয়ার এক্সপানশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৯. এক্সপেন্ডেবল রেফ্রিজারেন্ট রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
১০. থার্মোইলেকট্রিক রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
১১. বোরটেক্স রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রয়োজনীয় চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্ন :

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

একটি রেফ্রিজারেন্ট ভর্তি সিলিন্ডার উল্টো করে নিয়ন্ত্রিত হারে তাপে কুপরিবাহী একটি প্রকোষ্ঠে ছেড়ে দিলে দেখা যায় আবদ্ধ প্রকোষ্ঠটি ধীরে ধীরে ঠান্ডা হয়। কিন্তু সিলিন্ডার সোজা অবস্থায় ওই প্রকোষ্ঠে রেফ্রিজারেন্ট ছাড়লে ঠান্ডা হয় না।

ক) সিলিন্ডার উল্টো করে দিলে প্রকোষ্ঠ ঠান্ডা হয় কেন?

খ) সিলিন্ডার সোজা থাকলে প্রকোষ্ঠ ঠান্ডা হয় না কেন?

গ) ঠান্ডা করার পদ্ধতিতে রেফ্রিজারেশনের কোন তত্ত্ব মেনে চলে?

ঘ) এতে কোন রেফ্রিজারেশন সিস্টেম প্রয়োগ করলে রেফ্রিজারেন্টের অপচয় হয় না?

ঙ) রেফ্রিজারেশন পদ্ধতিকে কী ধরনের চক্র বা সাইকেল বলা হয়।

তৃতীয় অধ্যায় রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি ও কমপ্রেসর (Compressor)

৩.১. রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে কমপ্রেসরের কাজ

রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে কমপ্রেসর পাম্প হিসেবে কাজ করে যা বাষ্পীয় রেফ্রিজারেন্টকে সংকুচিত করে এবং উচ্চ তাপমাত্রায় কমডেনসারের মাধ্যমে তাপ বর্জন বেগবান করে।

৩.২. কমপ্রেসরের প্রকারভেদ

কার্যনীতির ওপর ভিত্তি করে কমপ্রেসর পাঁচ প্রকার। যথা:

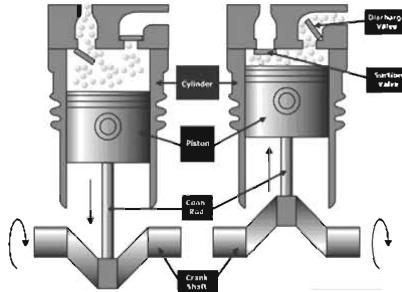
- (ক) রেসিপ্রকোটিং কমপ্রেসর (Reciprocating Compressor)
- (খ) রোটরি কমপ্রেসর (Rotary Compressor)
- (গ) স্ক্রু কমপ্রেসর (Screw Compressor)
- (ঘ) সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসর (Centrifugal Compressor)
- (ঙ) স্ক্রল বা স্পাইরাল কমপ্রেসর (Scroll or Spiral Compressor)

গঠনের দিক দিয়ে রেসিপ্রকোটিং কমপ্রেসর তিন প্রকার যথা-

- ১. ওপেন টাইপ কমপ্রেসর (Open type Compressor)
- ২. সিলড টাইপ বা হারমেটিক কমপ্রেসর (Sealed or Hermatic Compressor)
- ৩. মাল্টি স্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসর (Multi stage Centrifugal Compressor)

৩.৩ বিভিন্ন প্রকার কমপ্রেসরের বর্ণনা :

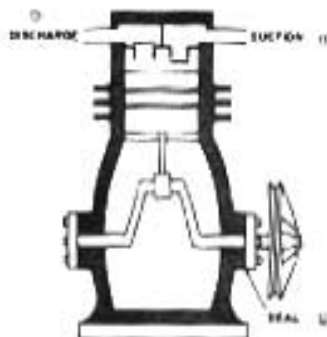
রেসিপ্রকোটিং কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি :



- | | | | | |
|---------------|----------------------------|---------------------------|----------------|------------------|
| ১. সাকশন ভালভ | ২. সাকশন লাইন | ৩. ক্র্যাংক কেস রিলিভেন্ট | ৪. ডাউনস্ট্রোক | ৫. ডিসচার্জ ভালভ |
| ৬. সিলিন্ডার | ৭. পিস্টন | ৮. ক্র্যাংক কেস | ৯. সাকশন ভালভ | ১০. |
| ডিসচার্জ ভালভ | ১১. ক্র্যাংক কেজ রিলিভেন্ট | ১২. আপস্ট্রোক | | |

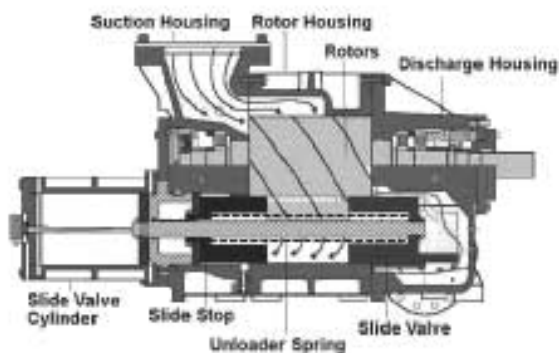
চিত্র : ৩.১ রেসিপ্রকোটিং কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি

সিস্টেম বন্ধন সিলের দিকে যার তখন সিলিডারের মধ্যে শূন্যতার সৃষ্টি হয়, ফলে সাকশন ভালভ খুলে যায়। এ সময় সাকশন লাইন থেকে বাষ্পীয় দ্বিমাত্রক সিলিডারে প্রবেশ করে। সিস্টেম বন্ধন ওপরের দিকে যার তখন উক্ত ভালভ বন্ধ থাকে। বাষ্পীয় দ্বিমাত্রক সংকুচিত হয়ে উক্ত চাপ ও তাপমাত্রার ডিসচার্জ ভালভ খুলে ডিসচার্জ পোর্ট দিয়ে ডিসচার্জ লাইনে নির্গত হয়।



চিত্র : ৩.২ রসেস টাইপ রেসিপ্রোকেশিং কম্প্রেসর

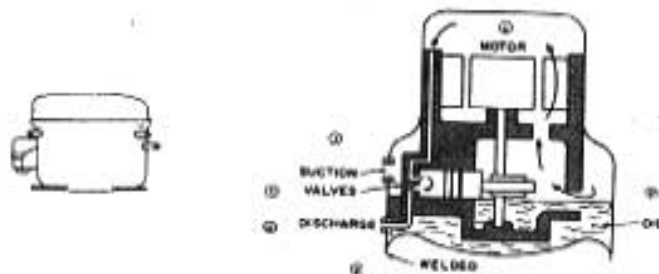
রসেস টাইপ রেসিপ্রোকেশিং কম্প্রেসর (Reciprocating Compressor) : যে রেসিপ্রোকেশিং কম্প্রেসর পৃথকভাবে খোলা ছাদে বেল্টের সাহায্যে পরিচালনা করা হয় তাকে রসেস টাইপ কম্প্রেসর বলে।



চিত্র : ৩.৩ রসেস টাইপ রেসিপ্রোকেশিং কম্প্রেসরের স্বয়ংক্রিয় অংশগুলো

রসেস টাইপ কম্প্রেসরের বিভিন্ন অংশের ভাসিকার নিচে দেওয়া হলো :

১. কম্প্রেসর হেড ২. ভালভ গ্রেট ৩. সিলিডার বডি বা সিলিডার হাউজিং ৪. ক্র্যাঙ্ক কেইস ৫. সিল হাউজিং ৬. সিল ফেল গ্রেট ৭. অড্রাক শ্যাফট ৮. সিলিডার পিস্টন ৯. সাকশন ভালভ ১০. ডিসচার্জ ভালভ ১১. কাসেকটিং ব্লক ১২. গ্রাউট সাট ১২. অয়েল পাম্প ১৪. সিস্টেম রিং (ক) কম্প্রেসর রিং (খ) অয়েল কমেন্টোল রিং ১৫. সার্ভিস ভালভ ইত্যাদি।

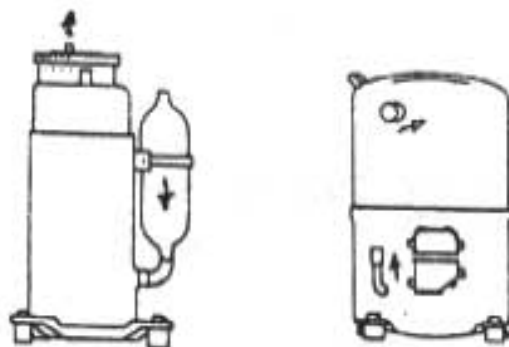


চিত্র : ৩.৩ (ক) হারমেটিক রেসিডোকেটিং কম্প্রেসর (খ) হারমেটিক রোটোরি কম্প্রেসর (স্ট্রেসড অংশ)।

শিল্ড বা হারমেটিক কম্প্রেসর।

কম্প্রেসর এবং মোটর একটি কেসিং-এ বসিয়ে সম্পূর্ণ শিক ঘোড় ব্যবস্থা করা হলে তাকে শিল্ড বা হারমেটিক কম্প্রেসর বলে। এর কেসিং-এ সাধারণত তিনটি লাইন থাকে। একটি সাকশন, একটি ডিসচার্জ এবং অপরটি তেল বা ওয়েল লাইন।

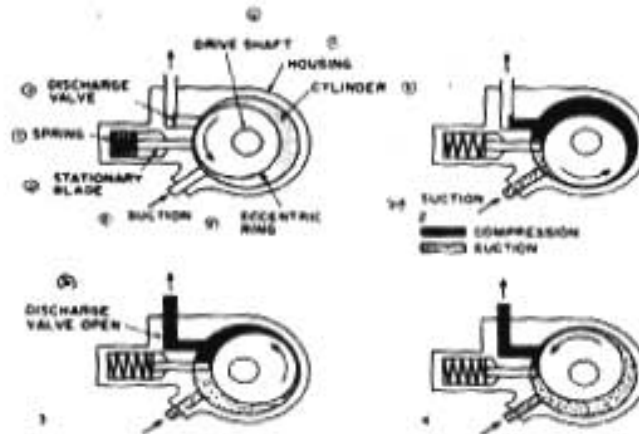
হারমেটিক রেসিডোকেটিং ও রোটোরি কম্প্রেসর চেনার উপায়



চিত্র : ৩.৫ (ক) হারমেটিক রোটোরি কম্প্রেসর (খ) হারমেটিক রেসিডোকেটিং কম্প্রেসর

রোটোরি কম্প্রেসর (Rotary Compressor) :

রোটোরি কম্প্রেসরে রোটর সিলিন্ডরের ভেতরে ঘূর্ণনের কালে সকেচনের কাজ সম্পন্ন হয়। এ ক্ষেত্রে সিলিন্ডরের পরিবর্তে রোটর থাকে এবং সিলিন্ডরের মধ্যে রোটর বিকেন্দ্রিকভাবে (Eccentrically) বসানো থাকে।



চিত্র। ৩.৬ পিস্টন ক্রাঙ্ক রোটোরি কমপ্রেসর

পিস্টন ক্রাঙ্ক রোটোরি কমপ্রেসরের কার্যাবলি

মোটর চালু করা হলে রোটর সমন্বিতে ঘুরতে থাকে। রোটরের যে অংশটি শ্যাফটের কেন্দ্র থেকে দূরে থাকে সে অংশ সর্বদা সিলিন্ডারে স্পর্শ করে ঘুরে। রোটর যখন ডিসচার্জ ভালভ বন্ধ করে তখন ইন্ডিশোরেটর থেকে বাষ্পীয় হিরাযক সিলিন্ডারে ভর্তি হয়। পরে ঐর টিহের দিকে ঘুরতে থাকলে এক সময় সাকশন ভালভ বন্ধ হয়ে যায় এবং রোটর ঐই পালকে ডিসচার্জ পোর্টের দিকে ঘিরে বেতে থাকে। এ সময় আয়তন কমতে থাকায় চাপ বাড়তে থাকে কমপ্রেসরে কোনো ফ্রি ব্যাকহাম করা যায় না বলে রোটরের সিলিন্ডারের মাঝের কীক বন্ধ করার জন্য অট্রী কোল (২০৮ থেকে ৩০০ এসইউএস ৪০° সে.) ব্যবহার করা হয়।

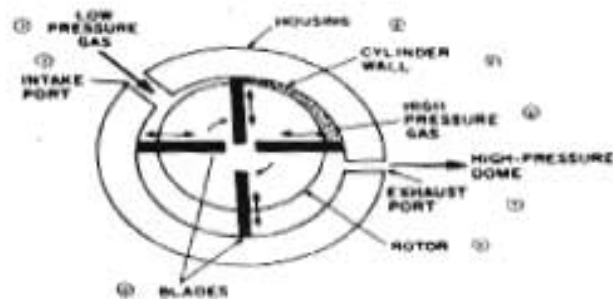
অট্রী ক্রাঙ্ক রোটোরি কমপ্রেসরের কার্যাবলি :

অট্রী ক্রাঙ্ক রোটোরি কমপ্রেসরের ব্রেকডাউন রোটরের মধ্যে বসানো থাকে এবং ব্রেকের দিকে স্প্রিং থাকে। ব্রেকডাউন ডিসচার্জের দিকে সংকুচিত হয়। সাকশন সাইডের দুই ব্রেকের মধ্যবর্তী রোটর-স্ট্রেট ডিসচার্জ সাইডে সংকুচিত হয় এক চাপ বৃদ্ধি পেয়ে নির্গত হয়। এ ধরনের কমপ্রেসরের তেলকে শীতল করা দরকার হয় বলে অয়েল ফুলার ব্যবহৃত হয়।

হারমেটিক রোটোরি কমপ্রেসরের বেশ কয়েকগুলো সুবিধা আছে। এ কমপ্রেসরের সুবিধাগুলো হলো : ১) স্থাপনে অল্প আয়তন লাগে ২) ওজনে অসামান্য হালকা ৩) ফেলারদার একটি স্প্রিং বা স্প্রিং বা স্প্রিং বা স্প্রিং ৪) শব্দ কম ৫) ওজল কম ৬) আয়তন কম দখল করার জন্য আয়তন ৬) রুমারি জড়তা কম পড়ে।

রোটোরি কমপ্রেসরের কিছু অসুবিধাও আছে। তা হলো-

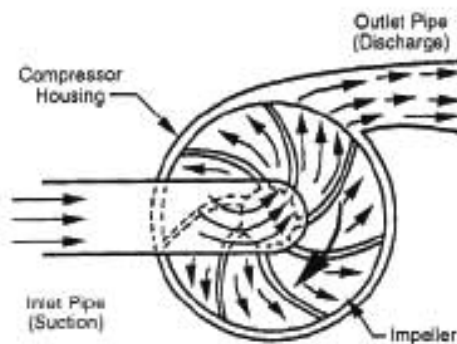
- ১) মোটর বা কমপ্রেসর খরচা হলে মেরামত করা যায় না
- ২) দীর্ঘস্থায়ী নয়।



চিত্র: ৩.৭ একটি স্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসর

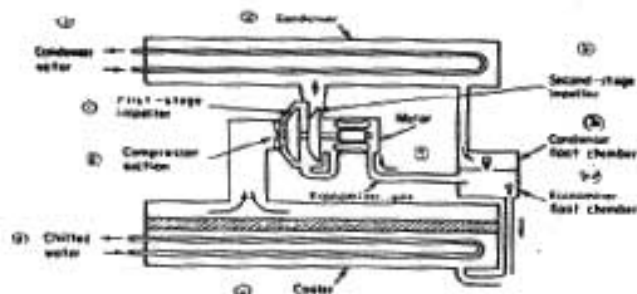
সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসর: সিমেন্স টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসরের কার্যকলাপ

আবহু কেবিন্-এর মধ্যে ইম্পেলার ঘুরার সময় এর কেন্দ্রে লগ শূন্যতার সৃষ্টি হয় বলে নিম্নচাপ ও বেগ সম্পন্ন বাষ্পীয় হিমারক ইম্পেলার আঁহিতে (Impeller Bye) প্রবেশ করে এবং সেন্ট্রিফিউগাল বলের প্রভাবে কেবিন্-এ ক্রমশ চাপ বৃদ্ধি পেয়ে নির্গমন লাইন দিয়ে কনডেনসারে প্রবেশ করে। অল্প চাপে অধিক হিমারক সমবরাহের জন্য সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসর সবচেয়ে বেশি উপযোগী।



চিত্র: ৩.৮ সিমেন্স টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসর

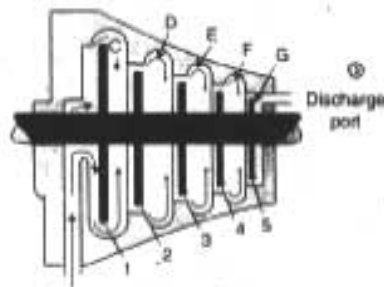
দুই স্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসরের কার্যকলাপ



চিত্র : ৩.৯ দুই স্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসর

দুই স্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসরে দুটি কেসিং-এর মধ্যে দুটি ইম্পেলার একই শ্যাফটে স্থাপন করা থাকে। সংকুচিত হওয়ার পর দ্বিতীয় স্টেজে বায়ু বেধায়ে চাপ আরও বৃদ্ধি পেয়ে নির্গত পথ দিয়ে কম্প্রেসসারে বায়।

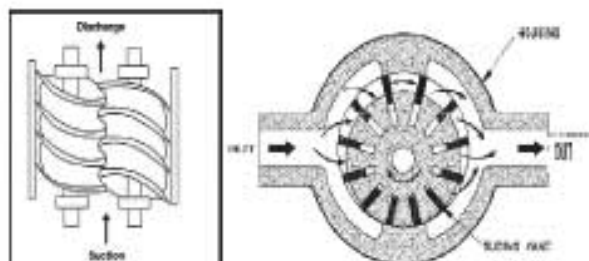
মাল্টিস্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালী: মাল্টিস্টেজ কমপ্রেসরে দুই স্টেজ কমপ্রেসরের অনুসরণে একেত্রে দুই এর অধিক স্টেজ থাকে। প্রথম স্টেজে কম চাপে ও কম তাপমাত্রার বাষ্পীয় বিমানক প্রবেশ করে এবং একই বিমানক সবগুলো স্টেজ অতিক্রম করে উচ্চ চাপে সর্বশেষ স্টেজের নির্গমন পথ দিয়ে কম্প্রেসসারে চলে যায়। সর্বশেষ স্টেজের ইম্পেলার ও কেসিং আশেপাশে বায়ুর স্টেজগুলোতে ইম্পেলার ও কেসিং রানশ বন্ধ করে থাকে।



চিত্র : ৩.১০ মাল্টিস্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসর

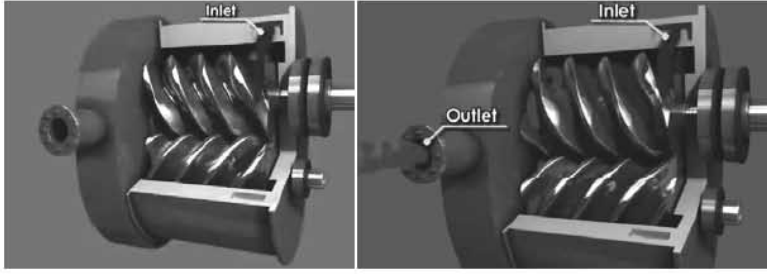
হু কমপ্রেসর

হু কমপ্রেসরে দুটি হেলিক্যাল গ্রোভ (Helical Groove) রোটরের ঘূর্ণন এবং উপরুক্ত ব্যবস্থাপনার সাকশন ও ডিসচার্জ লাইনের মধ্যে বাষ্পীয় বিমানককে সংকুচিত করে।

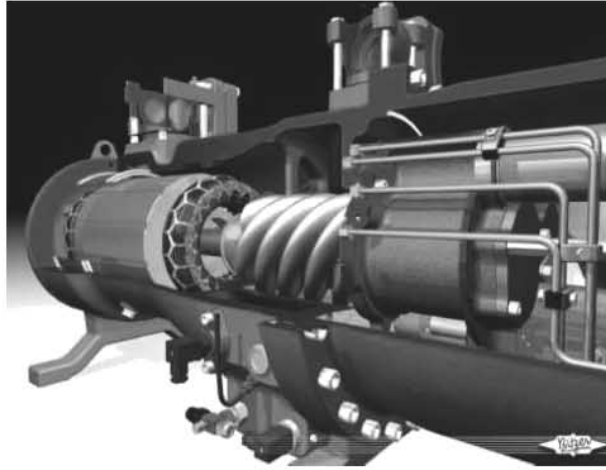


চিত্র : ৩.১১ হু কমপ্রেসরের স্ট্রেসিত দৃষ্ট

দুটি সিরিজেস মধ্যে একটি সেন্ট্রিফিউগাল রোটর থাকে, যাকে মেল রোটর (Male rotor) এবং অপরটিকে দুটি সিরিজেস মধ্যে একটি সেন্ট্রিফিউগাল রোটর কম চাপের বাষ্পীয় বিমানক সাকশন লাইন থেকে দুটি সোকেস বাম্বমে পর্যায়ক্রমে আলাদা করে এবং সংকুচিত করে চূড়ান্ত চাপপ্রাপ্ত করে ডিসচার্জ লাইনে বাহিত করে। এটি বড় ধরনের প্রান্তে (২০ টন বা অধিক ক্ষমতার) ব্যবহৃত হয়।



চিত্র : ৩.১২ স্ক্রল টাইপ কমপ্রেসরের পর্যায়ক্রমিক ধাপ।



চিত্র : ৩.১৩ সিলড টাইপ বা হারমেটিক স্ক্রল কমপ্রেসর

এক্সটার্নাল ড্রাইভ স্ক্রল কমপ্রেসর :

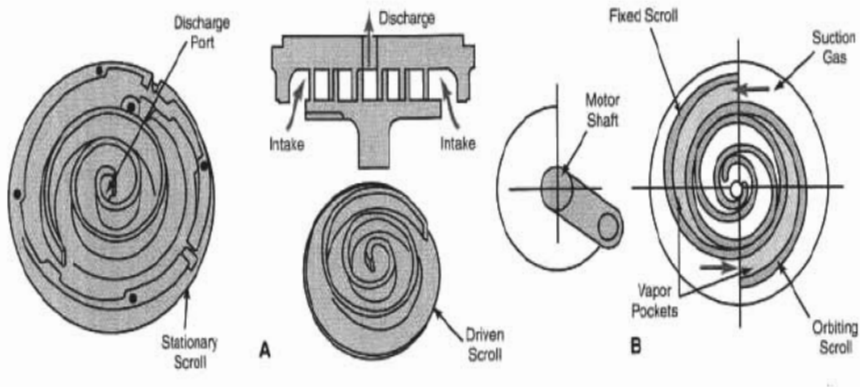
স্ক্রল কমপ্রেসর যখন বাইরে থেকে আলাদা মোটর দিয়ে পরিচালনা করা হয়, তাকে এক্সটার্নাল ড্রাইভ স্ক্রল কমপ্রেসর বলে।

সীলড টাইপ বা হারমেটিক স্ক্রল কমপ্রেসর :

সিলড টাইপ বা হারমেটিক স্ক্রল কমপ্রেসরে মোটর এবং কমপ্রেসর ইউনিট একই শ্যাফটে একটি কেসিং-এ থাকে। ৩.১৩ চিত্রে একটি সিলড টাইপ বা হারমেটিক স্ক্রল কমপ্রেসর দেখানো হয়েছে।

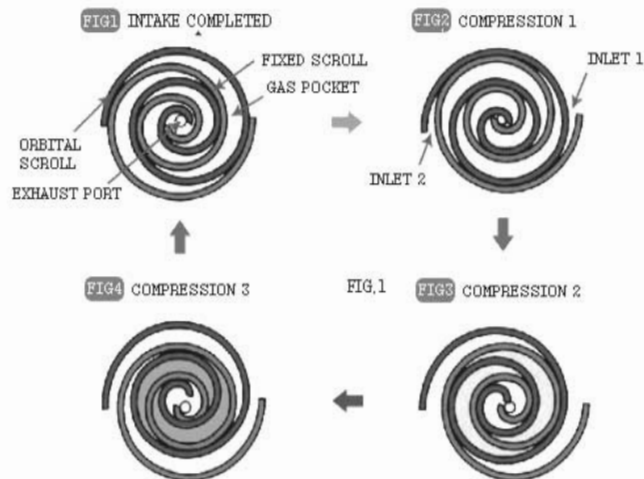
ফ্লুইড কমপ্রেসর বা স্পাইরাল কমপ্রেসর

ফ্লুইড কমপ্রেসর বা স্পাইরাল কমপ্রেসরে প্রধানত দুটি অংশ থাকে। একটি স্থির ফ্লুইড (পাকানো আকৃতি অপরটি চলমান ফ্লুইড (কক্ষপথে চলমান) বা অরবিট ফ্লুইড। অরবিট ফ্লুইড সুরিং লিংক-এর মাধ্যমে ঘুরে বা গতি প্রাপ্ত হয়। যখন অরবিট ফ্লুইড গতিপ্রাপ্ত হয় তখন একটি খোলাপথ দিয়ে অরবিট ফ্লুইডে কম চাপের বাষ্পীয় রেফ্রিজারেন্ট সংকুচিত হয়ে ছোট পকেট সৃষ্টি করে। রেফ্রিজারেন্ট কেন্দ্রের দিকে এগিয়ে যায় এবং চূড়ান্ত চাপ প্রাপ্ত হয়ে সেন্টার পোর্ট দিয়ে নির্গমন পথে চলে যায়।

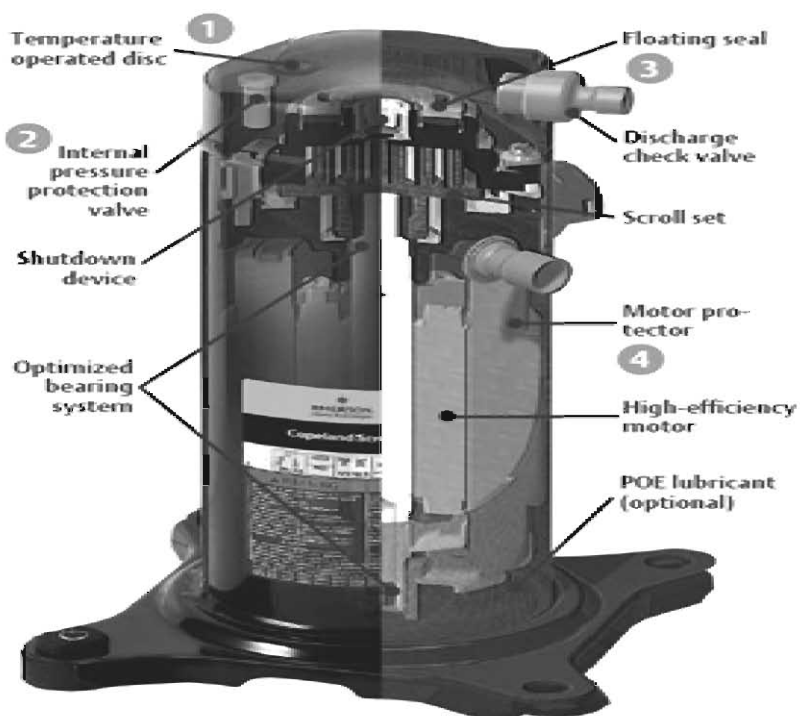


চিত্র : ৩.১৪ স্ক্রল কমপ্রেসরের সংকোচনের কৌশল

স্ক্রল কমপ্রেসরের অপারেশনকালে এর ছয়টি প্যাসেস কমপ্রেসনের বিভিন্ন ধাপে রেফ্রিজারেন্ট অবস্থান করে এবং অনবরত প্রবেশ ও নির্গমন হতে থাকে। এর অপারেশন খুব মসৃণ এবং শব্দ কম।



চিত্র : ৩.১৫ স্ক্রল কমপ্রেসরের কমপ্রেসনের বিভিন্ন ধাপ



চিত্র : ৩.১৬ হারমেটিক স্ক্রল

কমপ্রেসরের আংশিক ছেদিত দৃশ্য

৩.৪ কমপ্রেসরের ব্যবহার ক্ষেত্র

কমপ্রেসর	ব্যবহার ক্ষেত্র
সেন্ট্রিফিউগাল	বড় স্ট্রোল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট এবং শিল্প ক্ষেত্রে
রোটরি	উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, আইসক্রিম কেবিনেট, আইস মেকার
রেসিপ্রোকেটিং সিলড টাইপ	রেফ্রিজারেটর, এয়ার কুলার, ড্রিপ ফ্রিজার, আইসক্রিম মেকার, হোট কোল্ড স্টোরেজ ইত্যাদি
রেসিপ্রোকেটিং ওপেন টাইপ (ওয়াটার কুল্ড)	আইস প্ল্যান্ট, সারকারখানা, অ্যামোনিয়া প্ল্যান্ট, কোল্ড স্টোরেজ, কার্বন ডাই অক্সাইড প্ল্যান্ট ইত্যাদি
স্ক্রল কমপ্রেসর	রুম এয়ারকন্ডিশনার এবং কমার্শিয়াল প্ল্যান্টে

প্রশ্নমালা -৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে কমপ্রেসর কী হিসেবে কাজ করে?
২. কমপ্রেসরের কাজ কী?
৩. কার্যনীতির উপর ভিত্তি করে কমপ্রেসর কত প্রকার?
৪. রেসিপ্রোকটিং ও রোটরি কমপ্রেসর কত প্রকার?
৫. রোটরি ও সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসর কত প্রকার?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্ক্রল কমপ্রেসরের মূলনীতি লেখ।
২. রোটরি কমপ্রেসরের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।
৩. সিলড টাইপ স্ক্রল কমপ্রেসর বলতে কী বোঝায়?
৪. ওপেন টাইপ রেসিপ্রোকটিং কমপ্রেসরের পাঁচটি অংশের নাম লেখ।
৫. হারমেটিক কমপ্রেসর বলতে কী বোঝায়?
৬. সেমি হারমেটিক কমপ্রেসর বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. চিত্রসহ রেসিপ্রোকটিং কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২. ওপেন টাইপ রেসিপ্রোকটিং কমপ্রেসর অঙ্কন করে বাহ্যিক অংশগুলো চিহ্নিত কর।
৩. চিত্রসহ সিল্ড ব্রড রোটরি কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪. চিত্রসহ মাল্টি ব্রড রোটরি কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৫. সিল্ড স্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
৬. মাল্টি স্টেজ সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
৭. চিত্রসহ স্ক্রল কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৮. চিত্রসহ স্ক্রল কমপ্রেসরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

রহিম একজন অভিজ্ঞ টেকনিশিয়ান তার শিক্ষানবিশ করিমকে বলল, আমি কমপ্রেসর এবং কনডেনসার ছাড়াই ফ্রিজ তৈরি করতে পারি। শিক্ষানবিশ বলল, দেখান তো ওস্তাদ কেমন করে তা সম্ভব। ওস্তাদ একটি পুরাতন ফ্রিজের সাকশন লাইন এবং এক্সপানশন ডিভাইসের পূর্বের একটি জায়গা থেকে লিকুইড লাইন কেটে ওখানে রেফ্রিজারেন্ট ভর্তি একটি বড় সিলিন্ডার উন্টো করে লাগিয়ে দিলেন। দেখা গেল ইভাপোরেটর থেকে আগত সাকশন লাইন দিয়ে ধীরে ধীরে ঠান্ডা বাষ্পীয় হিমায়ক বেরিয়ে আসছে এবং ইভাপোরেটর মস্তুর গতিতে ঠান্ডা হচ্ছে।

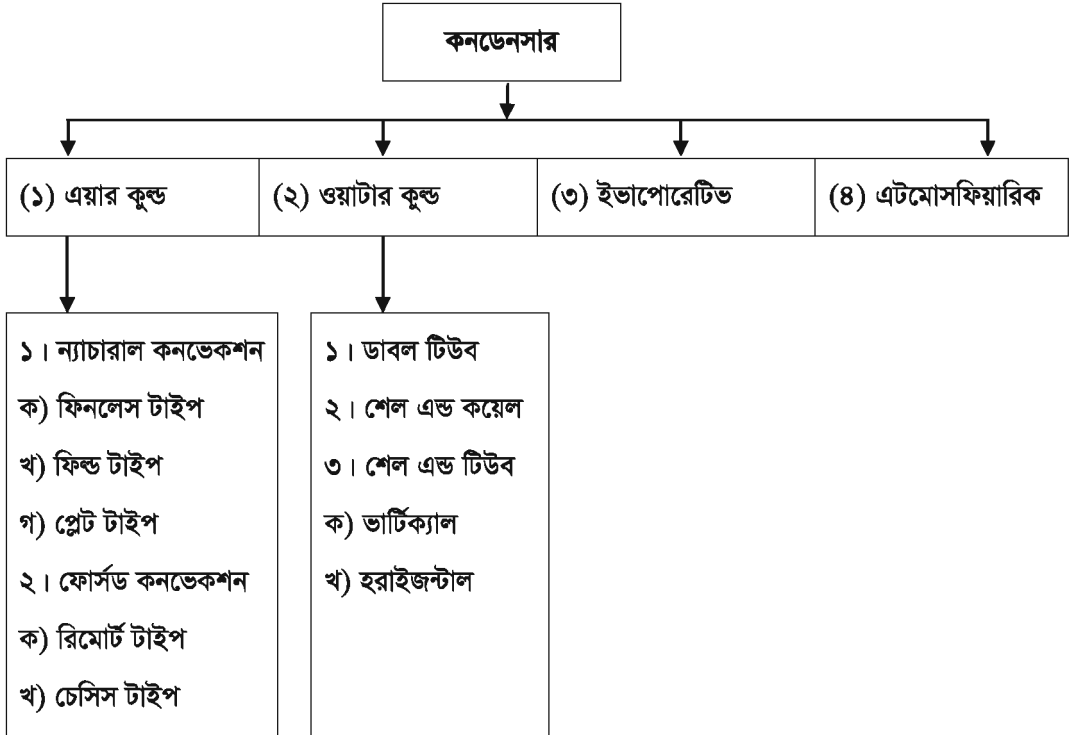
১. দুটি অংশ ছাড়া ইভাপোরেটর কেন ঠান্ডা হচ্ছে?
২. রেফ্রিজারেন্ট ধীর গতিতে বের হচ্ছে কেন?
৩. ইভাপোরেটর মস্তুর গতিতে ঠান্ডা হচ্ছে কেন?
৪. কমপ্রেসরের অভাবে হিমায়ন চক্রের কী কী সমস্যা হয়েছে?
৫. রেফ্রিজারেশন সাইকেলে কমপ্রেসরের কাজ কী?

চতুর্থ অধ্যায়
কনডেনসার
(Evaporative Condenser)

৪.১ কনডেনসারের কাজ

রেফ্রিজারেশন সাইকেলের ইভাপারেটরে রেফ্রিজারেন্ট সুগু তাপ গ্রহণ করে নিম্নচাপ ও তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত হয়। ওই বাষ্পীয় রেফ্রিজারেন্টকে পুনরায় কাজে লাগানোর জন্য কমপ্রেসরে সংকুচিত করে চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হয়। ইভাপারেটর থেকে গৃহীত তাপ ও কমপ্রেসরে সংকোচনের ফলে উৎপন্ন তাপ কনডেনসারের মাধ্যমে বর্জন করার ফলে রেফ্রিজারেন্ট ঘনীভূত হয়ে তরলে পরিণত হয়। রেফ্রিজারেশন সাইকেলে যে অংশে তাপ অপসারণের মাধ্যমে উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় বাষ্পীয় রেফ্রিজারেন্টকে তরলে পরিণত করা হয় তাকে কনডেনসার বলা হয়। কনডেনসার কমপ্রেসরের পরে এবং রিসিভার বা এক্সপানশন ডিভাইসের পূর্বে অবস্থান করে।

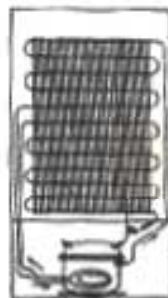
৫.২ কনডেনসারের প্রকারভেদ



৪.৩ বিভিন্ন ধরনের কম্প্রেশনারের বর্ণনা

এয়ার কুল্ড কম্প্রেশনার (Air cooled condenser) :

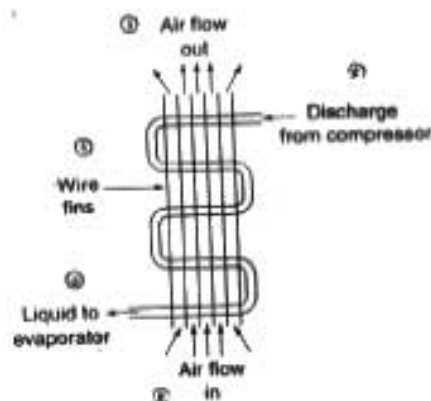
যে সকল কম্প্রেশনারকে কেবল বাতাস দিয়ে ঠাণ্ডা করা হয় তাদেরকে এয়ার কুল্ড কম্প্রেশনার বলে। ছোট থেকে মাঝারি ক্ষমতার হিমাঙ্কন যন্ত্রে (Refrigerating Equipment) এয়ার কুল্ড কম্প্রেশনার ব্যবহার করা হয়। এটি ব্যবহারে খরচ কম পাড়ে এবং রক্ষণাবেক্ষণ খুব সহজ।



চিত্র : ৪.১ আবাসিক গ্রেজিঞ্জারেটের বসানো একটি এয়ার কুল্ড ফিল্ড কম্প্রেশনার

ন্যাচারাল কনভেকশন কম্প্রেশনার (Natural convection condenser)

যে কম্প্রেশনারে পরিপার্শ্বের সাথে তাপমাত্রার পার্থক্যের কারণে পরিপার্শ্বের বায়ুতে তাপ বর্জন করে তাকে ন্যাচারাল কনভেকশন কম্প্রেশনার বলে। এতে কোনো ফ্যান থাকে না। প্রাকৃতিক বাতাস কম্প্রেশনারের সংস্পর্শে আসে। এয়ারকুল্ড কম্প্রেশনার তাপ বর্জনের হার নির্ভর করে একক সূরফে কিন্নেলের সংখ্যা, বায়ু এবাহের পরিমাণ এবং তাপমাত্রার ব্যবধানের ওপর। যেখানে ছিট দশ খুব বেশি নয় এমন ধরনের গ্রেজিঞ্জারেশন ইউনিটসেই এ কম্প্রেশনার ব্যবহৃত হয়। এয়ার কুল্ড কম্প্রেশনারের দক্ষতা কম বলে এর ব্যবহার বড় ইউনিটসেই কম। এ ধরনের কম্প্রেশনার কিন্নেল বা ফিল্ড টাইপ হতে পারে। কিন্নেল কম্প্রেশনারের দক্ষতা কর্তব্য তাপ বর্জনের হার কম বলে এর



চিত্র : ৪.২ ন্যাচারাল কনভেকশন কম্প্রেশনার

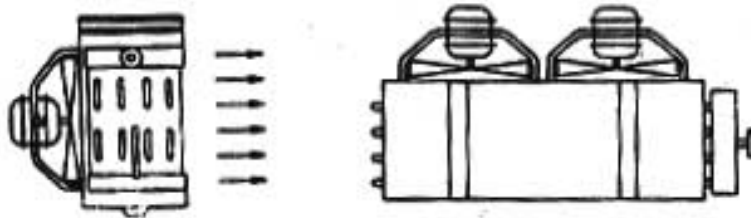
ব্যবহার খুব কম। গৃহে ব্যবহৃত রেফ্রিজারেটরের নিচের খোঁলা কন্ডেনসার কিলমুক্ত হয়। কন্ডেনসার টিউবের তাপ বর্জনের ক্ষেত্রে বাতাসের জন্য কিল লাগানো হয়। কিলগুলো কন্ডেনসার টিউবগুলো ধরে থাকতে সহায়তা করে এবং অধিক হারে তাপ কমায়। আজকাল গৃহে ব্যবহৃত রেফ্রিজারেটরের বড়ির ক্ষেত্রে কন্ডেনসার টিউব বলাতো হয়। এতে সুবিধা হলো রেফ্রিজারেটর বা ক্রিজের বড়ি পর্বত থাকে, যাতে বড়ি বাঁধাতে না পারে।

কোর্সড কন্ডেকশন কন্ডেনসার (Forced Convection condenser)

এরায় কৃত্ত কন্ডেনসারে বাতাস এবাহ কোর্সে ক্যালের সাহায্যে করা হলে তাকে কোর্সড কন্ডেকশন কন্ডেনসার বলে। এ ধরনের কন্ডেনসারে প্রেশার বা সেন্ট্রিফিউগাল টাইপ ফ্যান ব্যবহার করা হয়। ফ্যান দুইভাবে ব্যবহার করা যায়। কন্ডেনসার সামনে অবস্থান করে বাতাসকে টেনে নিতে পারে। একে ব্লো থ্রো (Blow through) কন্ডেনসার বলে। কন্ডেনসারে পেছনে অবস্থান করে বাতাস টেনে নিতে পারে, একে ড্রো থ্রো (Draw through) কন্ডেনসার বলে।



চিত্র : ৪.৩ ড্রো এবং ব্লো থ্রোকন্ডেনসার



চিত্র : ৪.৪ কোর্সড কন্ডেনসারের

কন্ডেনসার যে তেলিতে বলাতো হয় সেই তেলিতে কন্ডেনসার বলালে তাকে তেলিস সার্টেড কন্ডেনসার এবং কন্ডেনসারের তেলিতে কন্ডেনসার না বসিয়ে অন্যর কলারে হলে তাকে কোর্সড কন্ডেকশন ডিপোন্ট টাইপ কন্ডেনসার বলে। কোর্সড কন্ডেকশন কন্ডেনসারের ব্যবহার ব্যাপক, বেশির ভাগ ক্ষেত্রে বালিস্টিক রেফ্রিজারেটিং ইকুইপমেন্টে এ ধরনের কন্ডেনসার ব্যবহৃত হয়।

ওয়াটার কুল্ড কন্ডেনসার (Water cooled condenser)

যে সকল কন্ডেনসারের হিমাঙ্কের তাপ পানির সাহায্যে অপসারণ করা হয় তাকে ওয়াটার কুল্ড কন্ডেনসার বলে। বড় বড় হিমাঙ্ক চক্র পানির সাহায্যে তাপ দূর করা হয়। বালিস্টিক চক্রের নিচের ভাগের বড়ি শীতাতপনিয়ন্ত্রণ বহু বলাতো হয় তাহলে এর কন্ডেনসারের তাপ বর্জনের হার বাড়ানোর জন্য এরায় কৃত্ত কন্ডেনসার বলাতো হলে অনেক আরগা দরকার হয় এবং প্রচুর পরিমাণ পর্বত বাতাস অপসারণের দরকার হয়।

কিন্তু বাণিজ্যিক ভবনে এত জায়গা থাকে না, তাই সেখানে ওয়াটার কুল্ড কনডেনসার সবচেয়ে উপযোগী। অল্প জায়গা থেকে অধিক পরিমাণ তাপ অপসারণের জন্য ওয়াটার কুল্ড কনডেনসারই উত্তম। তবে এগুলোরও কিছু সুবিধা-অসুবিধা আছে। ওয়াটার কুল্ড কনডেনসারের পানি ব্যবহারের দিক থেকে দুটি গ্রুপে ভাগ করা হয়। যথা-

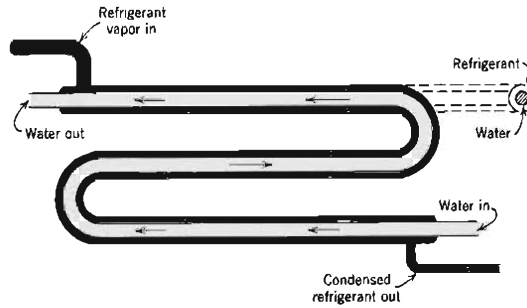
১) পানি অপচয় পদ্ধতি (Waste water System) :

কনডেনসার ঠান্ডা রাখার জন্য ব্যবহৃত পানি পুনরায় ব্যবহার না করে ফেলে দেওয়া হয়। সাধারণত নৌযানে বেশি ব্যবহৃত হয়। তবে নৌযান ছাড়া ব্যবহার করলে খরচ বেশি পড়ে।

২) পানি পুনঃব্যবহার পদ্ধতি (Recirculating System) : এ ধরনের ব্যবস্থায় কনডেনসার ঠান্ডা করার জন্য ব্যবহৃত পানি ঠান্ডা করে পুনরায় ব্যবহার করা হয়।

ডাবল টিউব বা টিউব ইন টিউব কনডেনসার (Double tube or tube-in-tube condenser)

ডাবল টিউব মানে একটি টিউবের ভিতরে আর একটি টিউব থাকে। ভেতরের টিউব দিয়ে পানি এবং বাইরের টিউব দিয়ে হিমায়ক প্রবাহিত হয় অথবা বিপরীতও হতে পারে। ডাবল টিউব কনডেনসার খুব ছোট ইউনিটে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র : ৪.৫ ডাবল টিউব বা টিউব ইন টিউব কনডেনসার

পানি প্রবাহ সীমিত বিধায় এ ধরনের কনডেনসারের ব্যবহার সীমিত। ছোট আইসক্রিম ফ্যাক্টরি বা বাণিজ্যিক হিমায়ন ইউনিটে ডাবল টিউব কনডেনসারে ব্যবহার হতে পারে।

এতে শহরের সিটি ওয়াটার ব্যবহার লাভজনক নয়। যদি পানি ক্রয় করা না লাগে বা নামমাত্র খরচে পানি পাওয়া যায় তাহলে এ ধরনের কনডেনসার ব্যবহার করা যায়। মনে রাখা দরকার পানিপ্রবাহ হিট লোডের প্রয়োজনে বাড়ানো যায় না। তাই এর ব্যবহার সীমিত।

শেল অ্যান্ড কয়েল কনডেনসার (Shell and coil condenser)

শেল অ্যান্ড কয়েল কনডেনসারে একটি গোলাকার শেল এবং তার ভিতর এক বা একাধিক কয়েল থাকে। একাধিক কয়েল থাকলে সিরিজ বা প্যারালাল সংযোগে থাকতে পারে।

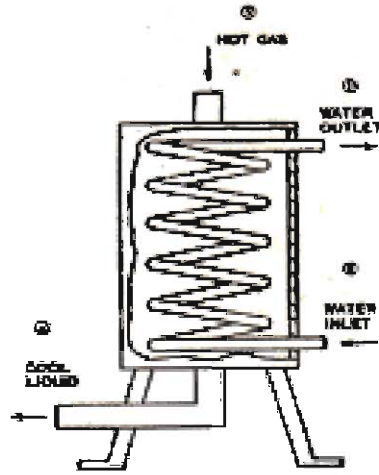
এ কনডেনসারে শেলের মধ্য দিয়ে হিমায়ক এবং কয়েলের মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হয়। পানি এক বা একাধিক কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে পারে। এ ধরনের কনডেনসারেও খুব বেশি পানি প্রবাহিত করানো যায় না।

আর একটা প্রধান অসুবিধা হলো এটি পরিষ্কার করা খুবই কঠিন। রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করে কয়েল পরিষ্কার করতে হয়। সব দিক বিবেচনা করে এ ধরনের কনডেনসারের ব্যবহার সীমিত।

শেল অ্যান্ড টিউব কনডেনসার (Shell and tube condenser) :

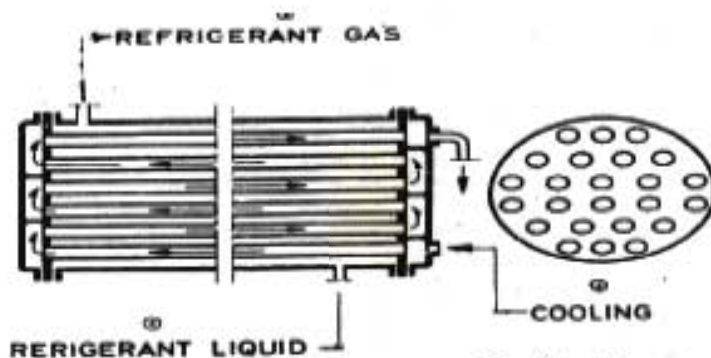
শেল অ্যান্ড টিউব কনডেনসার-এর মধ্যে একটি গোলাকার শেল (Shell) থাকে এবং শেলের ভেতরে অনেকগুলো টিউব থাকে। টিউবের মাথাগুলো দুই দিক থেকে দুটি এন্ড প্লেট (end plate) শেলের সাথে নাট বোল্টের মাধ্যমে আটকানো থাকে।

এ ধরনের কনডেনসারে পানির প্রচুর প্রবাহ করানো যায় এবং একই পানি শেলের ভেতরে বেশ কয়েকবার (pass)

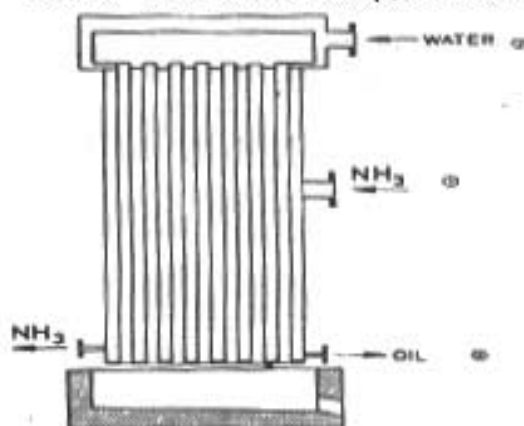


চিত্র : ৪.৬ শেল অ্যান্ড কয়েল কনডেনসার

অতিক্রম করার পর নির্গত হয়। একই পানি যদি টিউবের মাধ্যমে প্রবাহিত করার সময় শেলের মধ্যে চারবার অতিক্রম করে নির্গত হয় তাহলে কনডেনসারটি হবে ফোরপাস (4 Pass)। সাধারণত শেলের মধ্যে গ্যাস সংযোগ থাকে এবং টিউবের মধ্যে পানির সংযোগ থাকে। শেল অ্যান্ড টিউব কনডেনসার ব্যাপক ব্যবহৃত হয়। এটা সাধারণত সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট, ফিশ ফ্রিজিং প্লান্ট, হিমাগার ইত্যাদি আরও অনেক বড় বড় ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্লান্টে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের কনডেনসার ব্যাপক ব্যবহারের কারণ দুটি। একটি হলো কনডেনসারে প্রচুর পরিমাণ পানি প্রবাহ করানো যায়।

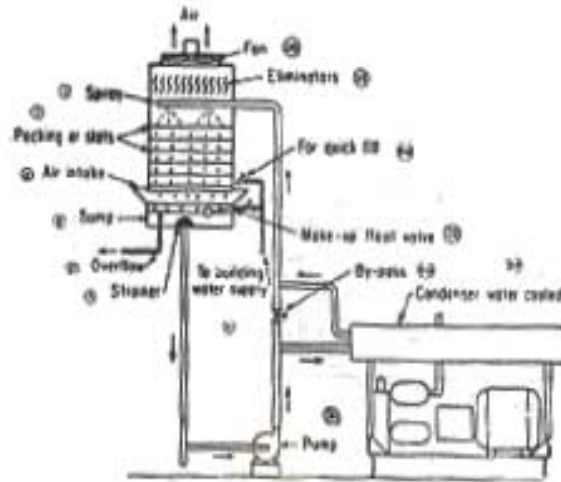


চিত্ৰ : ৪.৭ শেল আৰু টিউব কন্ডেন্সাৰ (হৰিজেণ্টাল টাইপ)



চিত্ৰ : ৪.৮ শেল আৰু টিউব কন্ডেন্সাৰ (ভাৰ্টিকাল টাইপ)

অন্যটি হ'লো এৰ এড গ্ৰেট থুৰে পাৰি এবাৰহে টিউবগুলো সহজেই হায়েড্ৰাচি পৰিষ্কাৰ কৰা যায়। এয়োজনে যে কোনো টিউব দেয়াৰত বা বাস দিহে গ্ৰেট সামৰিকজৰে চালু দাখা যায়। এক গ্ৰেটগুলো লগালে প্ৰেছিংমেণ্ট বেৰোতে পালে বা এক টিউবের জেডৰ ডাকলে অন্য দিকে বোলা দেখা যায়। ডাকের ব্ৰাশ (wire-brush) লুদিক থেকে টেলে টিউবের জেডের ময়লা সহজেই পৰিষ্কাৰ কৰা যায়। কন্ডেন্সাৰ ঠাণ্ডা কৰাৰ অন্ত যে পাৰি



চিত্র : ৩.৯ সোল অ্যান্ড টিউব কনডেনসারের পানি ঠাণ্ডা করার জন্য কুলিং টাওয়ার

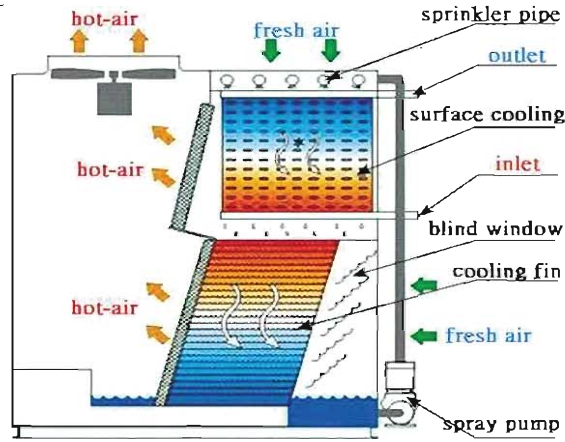
ব্যবহৃত হয় তা ঠাণ্ডা করে পুনরায় ব্যবহার উপযোগী করার জন্য কুলিং টাওয়ার ব্যবহৃত হয়। কুলিং টাওয়ার সাধারণত দালানের উপরে অথবা বাহিরে থাকা আবলায় বসানো হয় যাতে কুলিং টাওয়ারে পর্বাঙ্ক প্রাকৃতিক বাতাসবাহ পাওয়া যায়।

৩.২ বিভিন্ন ধরনের কনডেনসার :

ইভাপোরিভিভ কনডেনসার (Evaporative Condenser)

যে সকল কনডেনসার বাতাস ও পানি উভয় দ্বারা ঠাণ্ডা করা হয় তাকে ইভাপোরিভিভ কনডেনসার বলে। যেখানে পানির সিক্ততা রয়েছে কিন্তু পানির পার্থক্য দ্রুত ঠাণ্ডা করার দরকার সেখানে অল্প পানি ও বাতাস দিয়ে দ্রুত কনডেনসার ঠাণ্ডা করা যায়। ইভাপোরিভিভ কনডেনসার দালানের বাহিরে বা ভেতরে বসানো যায়। এ ধরনের কনডেনসারের মূলত আলাদা কোনো কুলিং টাওয়ারের দরকার হয় না। ইভাপোরিভিভ কনডেনসারের কার্যকারিতা নির্ভর করে বাতাসবাহ, কনডেনসার সোল, কনডেনসার টিউব এবং পানি স্প্রে স্পার্টার্স-এর উপর। সবকিছু ঠিক থাকলে ও সঠিক নির্মাণ হলে একটি ইভাপোরিভিভ কনডেনসারের মাধ্যমে অতি দ্রুত ঠাণ্ডা করা যায়। এটি অন্যান্য যে কোনও কনডেনসার থেকে উত্তম। তবে খুব বড় গ্রাইডের কেলার তত উপযোগী হবে না। অথবা বাণিজ্যিক হিষ্টিংন গ্রাইডের জন্য এটি খুব উপযোগী। পুরো কনডেনসারটি একটি আউটলেটের মধ্যে বসানো থাকে। কলনের সাহায্যে নিচে থেকে ওপরের দিকে কলন এবং পাস্পের সাহায্যে পানি কনডেনসারের টিউবে বর্ণা আকারে ওপর থেকে নিচে ফেলা হয়।

পানি ছলু কলন পদ পানি স্প্রেয়ার থেকে বর্ণা আকারে নিপতিত হয়। পানি ওপর থেকে নিচের দিকে এবং বাতাস নিচে থেকে ওপরের দিকে প্রবাহিত হয়। ফলে কিছু পানির কণা বাষ্পীভূত হয়ে বাতাসের সাথে মিশ্রিত হয়ে চলে যায়। আংশিক পানি বাষ্পায়নের ফলে অধিক পানি ঠাণ্ডা হয়। আর পানি হিষ্টিংনকে তাপ দিতে দেয়। এখানে বাতাস পার্থক্য এবং পানি ও বাতাস হিসাবেই ঠাণ্ডা করে।

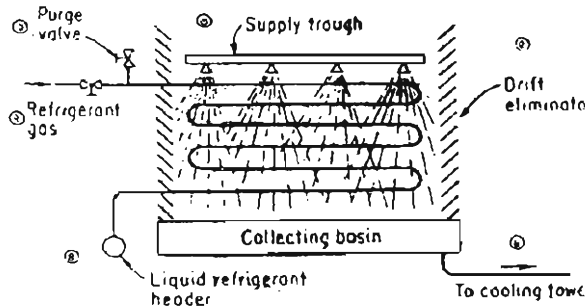


চিত্র : ৪.১০ ইভাপোরেটিভ কনডেনসার

এ পদ্ধতির বিশেষ সুবিধাগুলো হলো:

১. সামান্য পানি লাগে
২. আলাদা কুলিং টাওয়ার লাগে না
৩. মেঝে, দেয়াল, বাইরে খোলা স্থান বা ছাদে বসানো যায়
৪. তরল হিমায়কের অধিক সাবকুলিং হয়

এটমোসফিয়ারিক কনডেনসার



চিত্র : ৪.১১ এটমোসফিয়ারিক কনডেনসার

এটমোসফিয়ারিক কনডেনসারের গঠন খুবই সহজ। এ ধরনের কনডেনসার উন্মুক্ত খোলা জায়গায় বসানো হয়। এতে কোনো ফ্যান বা কুলিং টাওয়ার থাকে না। সাধারণত বড় বড় ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্লান্টে বসানো হয়। বেশ কয়েকটি লাইনে সারিবদ্ধভাবে বসানো অনেকগুলো টিউব থাকে। পাম্পের সাহায্যে নিচের হাউজ বা বেসিন থেকে পানি নিয়ে চাপে গ্যাস পাইপের উপর ছিদ্রযুক্ত পাইপের দ্বারা পানি ঝর্ণার মতো ছড়িয়ে দেওয়া হয়। পানি উপর থেকে নিচে পর্যন্ত টিউবের ওপরে পড়ে। ফলে টিউবের তাপ পানিতে এবং পানি থেকে বাতাস দ্রুত সঞ্চালন করে। টেক্সটাইল মিল, আইশ প্লান্ট, হিমাগার ও

ফিশ ফ্রিজিং প্লান্ট ইত্যাদি হিমায়ন যন্ত্রের কনডেনসার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের কনডেনসারের ব্যবহার ব্যাপক। এটিতে রক্ষণাবেক্ষণ কম লাগে। দীর্ঘদিন পরে পরিষ্কার করা লাগলেও তা খুব সহজ। পরিচালনা খুব সহজ ও ব্যয় কম। এ ধরনের কনডেনসার খোলা ও উঁচু জায়গায় বসানো হয়।

এটমোসফিয়ারিক কনডেনসারের সুবিধাগুলো:

১. কোনো ফ্যান ছাড়াই চালানো যায়
২. কোনো কুলিং টাওয়ারের দরকার হয় না
৩. তরল হিমায়কের অধিক সাবকুলিং হয়ে থাকে
৪. রক্ষণাবেক্ষণ খুবই সহজ
৫. বাইরে অপেক্ষাকৃতি কম মূল্যবান জায়গায় বসানো যায়

অসুবিধাগুলো

১. স্থানে জায়গা বেশি লাগে
২. খোলা জায়গায় বসাতে হয়

বিভিন্ন ধরনের কনডেনসার, উপযোগী হিমায়ক এবং ব্যবহারিক ক্ষেত্রসমূহ

নিচে বিভিন্ন ধরনের কনডেনসার, উপযোগী হিমায়ক এবং ব্যবহারিক ক্ষেত্রসমূহ দেওয়া হলো-

কনডেনসার সমূহ	উপযোগী হিমায়ক	ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহ
এয়ার কুল্ড ন্যাচারাল টাইপ	হিমায়ক-600a,404A-134a	রেফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার ইত্যাদি
এয়ার কুল্ড ফোর্সড কনভেকশন টাইপ	হিমায়ক-134a-22-410a-502	ডিপফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, আইসক্রিম ফ্যাক্টরি, ডিহিউমিডিফায়ার, কোল্ডস্টোরেজ, উইন্ডো ও স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, প্যাকেজ এবং সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনার প্লান্ট।
ওয়াটার কুল্ড ডাবল টিউব টাইপ	হিমায়ক-134a-22-502	আইস প্লান্ট, কোল্ডস্টোরেজ, ফিশফ্রিজিং প্লান্ট, হিমায়ক-12 ব্যবহৃত বেভারেজ ন কুলার (সীমিত ব্যবহার)
ওয়াটার কুল্ড শেল অ্যান্ড কয়েল টাইপ	হিমায়ক-134a-22-502 অ্যামোনিয়া	আইস প্লান্ট, কোল্ডস্টোরেজ, এয়ারকন্ডিশনিং, অ্যামোনিয়া ফিশফ্রিজিং প্লান্ট ইত্যাদি (ব্যাপক ব্যবহৃত হয়)
ইভাপোরেটিভ টাইপ	হিমায়ক-134a-22-502 অ্যামোনিয়া	আইস প্লান্ট, কোল্ড স্টোরেজ, এয়ারকন্ডিশনিং ইত্যাদি
এটমোসফিয়ারিক টাইপ	অ্যামোনিয়া হিমায়ক-22	কোল্ড স্টোরেজ, ফিশফ্রিজিং প্লান্ট, আইস প্লান্ট ইত্যাদি।

প্রশ্নমালা -৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কনডেনসারের কাজ কী?
২. কনডেনসার কত প্রকার?
৩. ন্যাচারাল ড্রাফট বা ন্যাচারাল কনভেকশন কনডেনসার বলতে কী বোঝায়?
৪. ফোর্সড ড্রাফট কনভেকশন কনডেনসার বলতে কী বোঝায়?
৫. ড্র-থ্রো এবং ব্লো থ্রো কনডেনসার বলতে কী বোঝায়?
৬. ওয়েস্ট ওয়াটার কুল্ড কনডেনসার বলতে কী বোঝায়?
৭. রিসার্কুলেশন ওয়াটার কুল্ড কনডেনসার বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৭. টিউব ইন টিউব বা ডাবল টিউব কনডেনসারের সুবিধা-অসুবিধা উল্লেখ কর।
৮. শেল অ্যান্ড কয়েল কনডেনসারের সুবিধা-অসুবিধা উল্লেখ কর।
৯. শেল অ্যান্ড টিউব কনডেনসারের সুবিধা-অসুবিধা উল্লেখ কর।
১০. ইভাপোরেটিভ কনডেনসারের সুবিধা-অসুবিধা উল্লেখ কর।
১১. ইভাপোরেটিভ কনডেনসারের সুবিধাগুলো উল্লেখ কর।
১২. এটমোসফিয়ারিক কনডেনসার বলতে কী বোঝায়?
১৩. এটমোসফিয়ারিক কনডেনসারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।
১৪. এয়ার কুল্ড কনডেনসারের সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ন্যাচারাল কনভেকশন কনডেনসার কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
২. ডাবল টিউব কনডেনসারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৩. শেল অ্যান্ড কয়েল কনডেনসারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৪. শেল অ্যান্ড টিউব কনডেনসারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৫. ইভাপোরেটিভ কনডেনসারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৬. এয়ার কুল্ড কনডেনসারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্ন :

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

একজন ছাত্র শিক্ষককে প্রশ্ন করল ‘স্যার কনডেনসার ছাড়া কি ফ্রিজ চলবে না? শিক্ষক উত্তর দিলেন, কনডেনসার ছাড়া ফ্রিজ চলবে কিন্তু তাতে অনেক সমস্যা দেখা দিবে। আমি একটি কনডেনসার ছাড়া ফ্রিজ তৈরি করে দেই তা হলে তোমরা সমস্যাগুলো ভালোভাবে বুঝতে পারবে।’ একথা বলে শিক্ষক একটি পুরাতন ফ্রিজের কনডেনসারের ডিসচার্জ লাইন এবং এক্সপানশন ডিভাইসের আগের একটি অংশ কেটে সেখানে রেফ্রিজারেন্ট ভর্তি বড় একটি সিলিন্ডার উল্টো করে সেট করে কমপ্রেসর স্টার্ট করে দিলেন। দেখা গেল কমপ্রেসরের ডিসচার্জ লাইন দিয়ে দ্রুত বেগে ঠান্ডা বাষ্পীয় হিমায়ক বেরিয়ে যাচ্ছে এবং ইভাপারেটর দ্রুত ঠান্ডা হচ্ছে।

১. কনডেনসার ব্যতীত ফ্রিজ কতক্ষণ কার্যক্ষম থাকবে?
২. কনডেনসার ব্যতীত ফ্রিজে অতিরিক্ত কী করতে হয়েছে?
৩. কনডেনসার ব্যতীত ফ্রিজের কমপ্রেসর বন্ধ করে দিলে কী প্রতিক্রিয়া দেখা দিবে?
৪. কনডেনসার ছাড়া ফ্রিজ চললে এ অংশ সংযোজন করার প্রয়োজন কী?
৫. কনডেনসার ছাড়া ফ্রিজের সমস্যাগুলো কী কী?

পঞ্চম অধ্যায় রিসিভার (Receiver)

৫.১ রিসিভারের প্রয়োজনীয়তা

পরিবর্তনশীল লোডের রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে যখন ইভাপোরেটরে রেফ্রিজারেটরের চাহিদা বাড়ে বা কমে তখন সঠিক অপারেশন পাওয়ার জন্য (কনডেনসারে বাড়তি রেফ্রিজারেণ্ট জমা রাখার জায়গা না থাকলে) কনডেনসারের পরে রেফ্রিজারেণ্ট জমা রাখার আধারটিই রিসিভার। তাছাড়া রেফ্রিজারেশন ইউনিটে কোনো সমস্যা দেখা দিলে সম্পূর্ণ রেফ্রিজারেণ্ট রিসিভারে জমা রেখে মেরামতকাজ সম্পন্ন করা যায়। বিভিন্ন কারণে অনেক সময় কনডেনসারে সম্পূর্ণ রেফ্রিজারেণ্ট তরলে পরিণত হতে পারে না ফলে বাষ্পীয় হিমায়ক এক্সপানশন ডিভাইস হয়ে ইভাপোরেটরে চলে যায়। তিনটি প্রয়োজনে রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে রিসিভার ব্যবহার করা হয়।

১. প্রয়োজনের অতিরিক্ত রেফ্রিজারেণ্ট জমা রাখা

২. মেরামতের সময় প্রান্টের সমস্ত রেফ্রিজারেণ্ট রিসিভারে সংরক্ষণ করা

৩. লিকুইড লাইন ভালোভাবে সাবকুলকরা এবং শুধু তরল রেফ্রিজারেণ্ট এক্সপানশন ডিভাইসে সরবরাহ করা

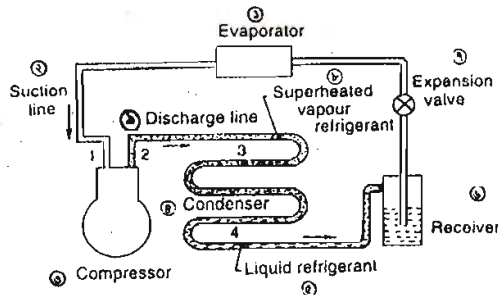
৫.২ রিসিভারের বর্ণনা

রিসিভার একটি ধাতব পাত্র বিশেষ, যা কনডেনসারের পরে স্থাপন করা হয়। অধিক পরিবর্তনশীল লোড বিশিষ্ট রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে সঠিক অপারেশন নিশ্চিত করার জন্য রিসিভারে রেফ্রিজারেণ্ট জমা রাখা হয়। সাধারণত যে সকল সিস্টেম পরিচালনার জন্য আউট পাউন্ড বা অধিক রেফ্রিজারেণ্ট প্রয়োজন হয় এবং এক্সপানশন ডিভাইস হিসেবে লো সাইড ফ্লোট এবং থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত হয় অর্থাৎ লোডের তারতম্য অনুসারে সঠিকভাবে রেফ্রিজারেণ্ট নিয়ন্ত্রণ করা হয় অথচ অতিরিক্ত রেফ্রিজারেণ্ট জমা রাখার জন্য কনডেনসারের তলদেশে প্রয়োজনীয় জায়গা রাখা হয়নি ওই সকল সিস্টেমে রিসিভার ব্যবহার করা হয়। রিসিভারের আকার এমন হবে যাতে সিস্টেমের সম্পূর্ণ রেফ্রিজারেণ্ট রিসিভারে জমা রেখে অন্যান্য অংশের মেরামতকাজ সম্পন্ন করা যায়। রিসিভার দুই ধরনের হয়ে থাকে।

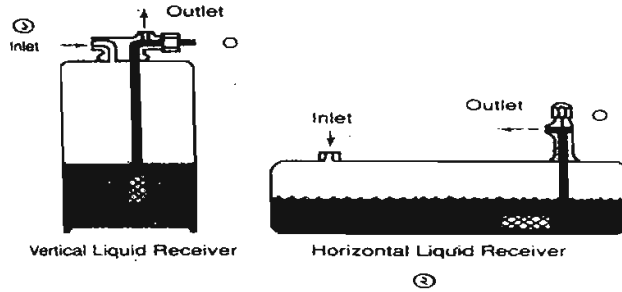
(ক) খাড়া রিসিভার (Vertical receiver)

(খ) অনুভূমিক রিসিভার (Horizontal receiver)

১. ইভাপোরেটর ২. সাকশন লাইন ৩. কমপ্রেসর ৪. কনডেনসার ৫. রিসিভার ৬. এক্সপানশন ভালভ



চিত্র : ৫.১ হিমায়ন চক্রে রিসিভারের অবস্থান



চিত্র : ৫.২ (ক) খাড়া রিসিভার (খ) অনুভূমিক রিসিভার

রিসিভার থেকে যাতে শুধু তরল রেফ্রিজারেন্ট এক্সপানশন ডিভাইসে যায় সে জন্য রিসিভারের তলদেশের সামান্য ওপর থেকে একটি টিউব স্থাপন করা থাকে। টিউবের মাথায় (ডিসচার্জ প্রান্তে) একটি সার্ভিস ভালভ লাগানো থাকে। এটি অপারেট করে সিস্টেমে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা অথবা সম্পূর্ণ রেফ্রিজারেন্ট রিসিভারে জমা করা হয়। অতিরিক্ত চাপে রিসিভার যাতে ফেটে দুর্ঘটনা না ঘটে তার জন্য রিসিভারে নিরাপত্তা যন্ত্র (Safety device) ব্যবহার করা হয়। সেফটি ডিভাইস হিসেবে ফিউজেবল প্লাগ অথবা স্প্রিং লোডেড রিলিফ ভালভ লাগানো থাকে। রিসিভার যুক্ত সিস্টেম চার্জ করার সময় রিসিভার প্রায় এক-তৃতীয়াংশ ভর্তি হওয়া পর্যন্ত চার্জ করতে হয়। এ সিস্টেমের চার্জিং ক্যাপিলারি সিস্টেমের মতো তত ক্রিটিক্যাল (Critical) নয়।

৫.৩ রিসিভারের ব্যবহার

১. যে সকল রেফ্রিজারেশন ইকুইপমেন্টে সাধারণত আট পাউন্ড বা তার অধিক পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট ব্যবহৃত হয় এবং এক্সপানশন ডিভাইজে রেফ্রিজারেন্ট সুক্ষ্মভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয় সে সকল কমাশিয়াল ও ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্ল্যান্টে রিসিভার ব্যবহার করা হয়। ২. যে সকল রেফ্রিজারেশন ইউনিটের লোড অতিমাত্রায় পরিবর্তনশীল সে ক্ষেত্রে আট পাউন্ডের কম রেফ্রিজারেন্ট যুক্ত ইউনিটে রিসিভার ব্যবহার করা হয়। (যেমন : ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেম সংবলিত ট্রান্সপোর্ট রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনার।

১. লিকুইড আউট

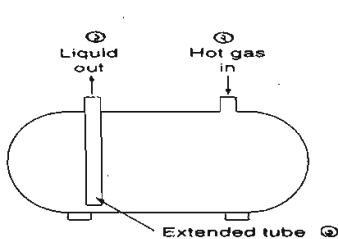
২. হট গ্যাস ইন

৩. এক্সটেন্ডেড টিউব

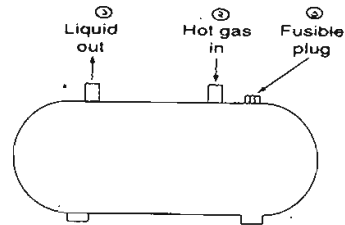
১. লিকুইড আউট

২. হট গ্যাস ইন

৩. ফিউজেবল প্লাগ



চিত্র : ৫.৩ রিসিভার পিকআপ টিউব



চিত্র : ৬.৪ ফিউজেবল প্লাগের অবস্থান

প্রশ্নমালা-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রিসিভারের তিনটি কাজ লেখ।
২. কোন ধরনের হিমায়ন চক্রে রিসিভার ব্যবহার করা হয়?
৩. রিসিভার যুক্ত সিস্টেমে চার্জ কতটুকু হওয়া প্রয়োজন?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রিসিভার-এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
২. রিসিভার যুক্ত সিস্টেমে চার্জ কম-বেশি হলে কী প্রতিক্রিয়া দেখা দিবে?
৩. রিসিভারে কী কী সেফটি ডিভাইস কোথায় ব্যবহার করা হয়?
৪. রিসিভারের পিকআপ টিউব রিসিভারের প্রায় তলা পর্যন্ত অবস্থান না করলে কী সমস্যা দেখা দিবে?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. চিত্রসহ রিসিভারের বর্ণনা দাও।
২. রিসিভারের কাজের বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

রেফ্রিজারেটর, ফ্রিজার, উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার, স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার ইত্যাদিতে রিসিভার ব্যবহার হয় না। কোনো কোনো কার এয়ারকন্ডিশনারে রিসিভার ব্যবহার করা হয় আবার কোনোটিতে ব্যবহার করা হয় না।

১. রেফ্রিজারেটর, উইন্ডো ও স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারে রিসিভার ব্যবহার করা হয় না কেন?
২. কোন কার এয়ারকন্ডিশনারে রেফ্রিজারেশন সাইকেলে রিসিভার ব্যবহার করা হয়?
৩. কোন কার এয়ারকন্ডিশনারে রেফ্রিজারেশন সাইকেলে রিসিভার ব্যবহার করা হয় না?
৪. কার এয়ারকন্ডিশনারে রিসিভার ব্যবহার না করলে রিসিভারের কাজ কে করে?
৫. যে সকল হিমায়ন চক্রে রিসিভার ব্যবহার করা হয় না তাতে কোন অংশ রিসিভারের কাজ করে?

ষষ্ঠ অধ্যায়
রেফ্রিজারেন্ট নিয়ন্ত্রক
(Refrigerant controls)

৬.১ রেফ্রিজারেন্ট নিয়ন্ত্রকের প্রয়োজনীয়তা

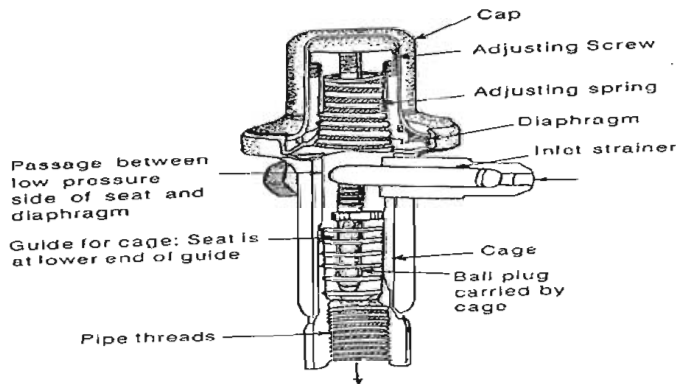
কনডেনসারে তরল রেফ্রিজারেন্টের চাপ ও তাপমাত্রা বেশি থাকে তাই ইভাপোরেটর যাতে সহজেই সম্পূর্ণ রেফ্রিজারেন্ট বাষ্প পরিণত হতে পারে তার জন্য উপযুক্ত মাত্রায় চাপ হ্রাস করে রেফ্রিজারেন্টকে ইভাপোরেটর সরবরাহ করার জন্যই মূলত এক্সপানশন ভিভাইস বা রেফ্রিজারেন্ট নিয়ন্ত্রকের প্রয়োজন হয়। তাছাড়া ইভাপোরেটরের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্যও রেফ্রিজারেন্ট নিয়ন্ত্রকের প্রয়োজন হয়।

৬.২ রেফ্রিজারেন্ট নিয়ন্ত্রকের প্রকারভেদ

হিমায়কের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ বেশ কয়েকভাবে করা যায়। তবে সাত ধরনের নিয়ন্ত্রক বেশি ব্যবহৃত হয়। যথা-

- ক) হ্যান্ড এক্সপানশন ভালভ (Hand Expansion Valve)
- খ) অটোমেটিক এক্সপানশন ভালভ (Automatic Expansion Valve)
- গ) থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ (Thermostatic Expansion Valve)
- ঘ) ক্যাপিলারি টিউব (Capillary Tube)
- ঙ) লো সাইড ফ্লোট (Low Side Float)
- চ) হাই সাইড ফ্লোট (High Side Float)
- ছ) থার্মাল ইলেকট্রিক এক্সপানশন ভালভ (Thermal Electric Expansion Valve)

৬.৩ বিভিন্ন রেফ্রিজারেন্ট নিয়ন্ত্রকের বর্ণনা



চিত্র : ৬.১ হ্যান্ড এক্সপানশন ভালভের একটি প্রচ্ছেদ

হ্যান্ড বা ম্যানুয়াল এক্সপানশন ভালভ :

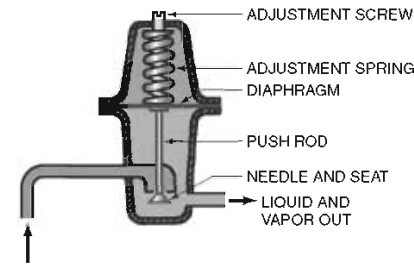
হ্যান্ড এক্সপানশন ভালভটিকে বাহ্যিকভাবে পানির লাইনে ব্যবহৃত স্টপ ভালভের মতো তুলনা করা যায়। হস্ত বা মানুষ চালিত বলে এ ধরনের কন্ট্রোলিং ভালভকে হ্যান্ড বা ম্যানুয়াল এক্সপানশন ভালভ বলে। হ্যান্ড এক্সপানশন ভালভে একটি অরিফিস, দুটি ফ্লোর সংযোগের ব্যবস্থা, একটি ভালভ স্টেম ও একটি স্টেম ক্যাপ থাকে। তাছাড়া ভালভ স্টেমের মাধ্যমে যাতে লিক করতে না পারে সেজন্য স্টেমের সাথে গ্লান্ড প্যাকিং থাকে। গ্লান্ড ধরে রাখার জন্য একটি নাট থাকে। এ ভালভের মাধ্যমে তরল প্রবাহের পরিমাণ নির্ভর করে নিডল ভালভের উভয় পাশের চাপের পার্থক্যের ওপর এবং ভালভ খোলার পরিমাণের ওপর। নিডল ভালভের উভয় তলের চাপের পার্থক্য সমান হলে প্রবাহের হার সমান হয়। এ ভালভের প্রধান সমস্যা হলো, ইভাপোরেটরে লোড বাড়লে প্রবাহ নিজে নিজে বাড়ে না। চালককে ম্যানুয়ালি বাড়াতে হয়। প্রতিবারই লোডের পরিবর্তনে নিডল ভালভের অবস্থান পরিবর্তন করতে হয়। তাছাড়া কমপ্রেশার বন্ধ ও চালু করার সময় ভালভ বন্ধ ও খুলতে হয়। বড় বড় প্ল্যান্ট, যেখানে অনন্ত একজন চালক থাকে সেখানে হ্যান্ড এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত হতে পারে। তাছাড়া যেখানে লোড মোটামুটি সমান থাকে সেখানে ব্যবহৃত হতে পারে। ইন্ডাস্ট্রিয়াল হিমায়েন প্ল্যান্টের হিমায়েন চক্রে হিমায়েনের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য ম্যানুয়াল এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত হতে পারে। তবে বড় বড় অনেক হিমায়েন চক্রের মূল এক্সপানশন ভালভের পার্শ্বপথে (By pass) হ্যান্ড এক্সপানশন ভালভ স্থাপন করা হয়। লো সাইড ফ্লোট সিস্টেমের পার্শ্ব পথে হ্যান্ড এক্সপানশন ভালভ বসানো থাকে। এ ধরনের একটি ব্যবস্থা লো সাইড ফ্লোট সিস্টেমের চিত্রে দেখা যাবে।

৬.৪ অটোমোটিভ এক্সপানশন ভালভ :

অটোমোটিভ এক্সপানশন ভালভের প্রধান অংশগুলো হলো-

ক) ডায়াফ্রাম (Diaphragm) খ) নিডল ভালভ (Needle valve) গ) নিডল ভালভ সিট (Needle valve seat) ঘ) স্প্রিং (Spring) ঙ) স্প্রিং প্রেসার অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু (spring Pressure adjusting screw) চ) স্ট্রাইনার (Strainer) অটোমোটিভ এক্সপানশন ভালভের ডায়াফ্রামের ওপর দুটি চাপ কাজ করে। স্প্রিং-এর চাপ (P_1) যা ডায়াফ্রামের ওপর খেনে নিচের দিকে কাজ করে। অন্যদিকে ইভাপোরেটরের গ্যাসের চাপ (P_2) ওপরের দিকে কাজ করে।

সাধারণ অবস্থায় $P_1 = P_2$ যার ফলে নিডল ভালভটি একটি সাম্য অবস্থায় থাকে এবং একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ খোলা থাকে।



চিত্র : ৬.২ অটোমোটিভ এক্সপানশন ভালভ

কমপ্রেশার বন্ধ থাকলে ইভাপোরেটর চাপ স্প্রিং চাপের চেয়ে বেশি থাকে ফলে নিডল ভালভ বন্ধ থাকে। যখন কমপ্রেশার চালু করা হয় তখন ইভাপোরেটরের চাপের সাথে সামঞ্জস্য রেখে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইভাপোরেটরে তরল ও

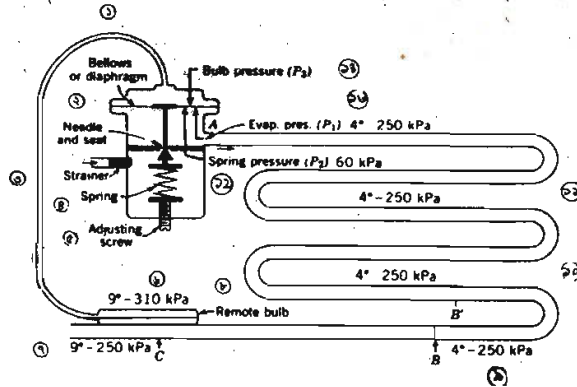
আংশিক বাষ্পীভূত তরল হিমায়ক সরবরাহ করে। ফলে অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু একটি নির্দিষ্ট সেটিং-এ একটি নির্দিষ্ট প্রবাহ ঘটায়। এতে ইভাপোরেটরে একটি কাঙ্ক্ষিত চাপ বজায় থাকে।

একটি উদাহরণের মাধ্যমে অটোমেটিক এক্সপানশন ভালভের কার্যপ্রণালি সহজে বোঝা যেতে পারে। ধরা যাক, অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু এমন একটি স্থানে বাঁধা বা রাখা হলো যাতে ইভাপোরেটরে ৫০ Kpa চাপ থাকে। যদি কোনো কারণে ইভাপোরেটরে চাপ ৫০ Kpa এর চেয়ে কমতে চায় তাহলে স্প্রিং-এর চাপ অধিক হওয়ায় আনুপাতিক হারে ভালভ অধিক পরিমাণ খুলে দেয়। ফলে আনুপাতিক হারে প্রবাহ বাড়ে এবং ইভাপোরেটর তরলে পরিপূর্ণ হয়।

৬.৫ থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ

থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ সাকশন লাইনের তাপমাত্রায় প্রভাবিত হয়ে কাজ করে বিধায় একে থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ বলে। ইভাপোরেটরে লোডের পরিবর্তনের সাথে সাথে দ্রুত সরবরাহ বাড়িয়ে বা কমিয়ে সাকশন লাইনে একটি তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। সাকশন লাইনে একটি নির্দিষ্ট সুপারহিট তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে বলে এটিকে কপট্যান্ট সুপারহিট ভালভ বলে।

থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভের নিম্নলিখিত অংশগুলো থাকে: ক) ডায়াফ্রাম (diaphragm) খ) নিডল ভালভ (Needle valve) গ) নিডল ভালভ সিট (Needle valve seat) ঘ) স্প্রিং (Spring) ঙ) স্প্রিং প্রেসার অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু (spring Pressure adjusting screw) চ) স্ট্রেইনার (Strainer) ছ) রিমোট বাল্ব (Remote bulb)



চিত্র : ৬.৪ থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ

থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ তিনটি চাপের উপর ভিত্তি করে কাজ করে। এগুলো হলো:

ক) ডায়াফ্রামের ওপরের দিক থেকে রিমোট বাল্ব গ্যাসের চাপ (P_1)

খ) রিমোট বাল্বের বিপরীতে স্প্রিং-এর চাপ (P_2)

গ) রিমোট বাল্বের বিপরীতে ইভাপোরেটরের গ্যাস চাপ (P_3)

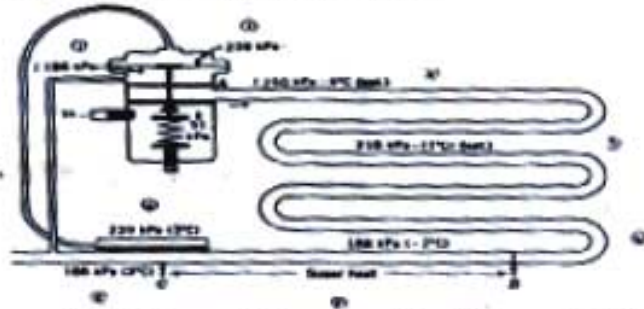
থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন (Capacity) তার অরিফিস নাম্বার পরিবর্তন করে বাড়ানো কমানো যায়।

৬.৬ থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভের স্পেসিফিকেশন :

থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভের স্পেসিফিকেশন তৈরি করার সময় নিম্নলিখিত তথ্য তুলে ধরতে হয়।

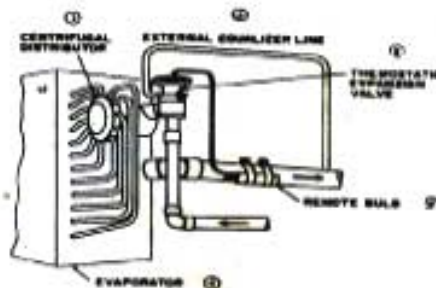
- ক) ব্যবহৃত ফ্রিজেসেন্ট মধ্য
- খ) তাপবাহক রেজ
- গ) ইনলেট ও আউটলেট সংযোগ সাইজ
- ঘ) সার্কুলেশন ধরন (ফ্লোরাইন বা ড্রাগ)
- ঙ) ক্ষমতা ইত্যাদি

তাহলে থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ তরল করার সময় হিয়ারক ব্যবহৃত তাপবাহক, সংযোগ, সাইজ ও ধরন এবং সার্কুলেশন ভালভের ক্ষমতা ইত্যাদি জানা দরকার। তবে যথা দরকার যে একটি নির্ধারিত একটি হিয়ারকের জন্য আলাদা আলাদা থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ তৈরি করে।

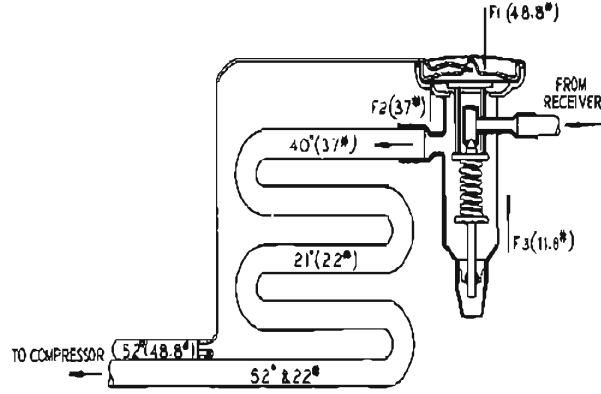


চিত্র : ৬.৫ থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভের রিমোট বাস এবং ইন্ডুইলইজার

রিমোট বাসটি সাকশন লাইনে 2° সে. থেকে 3° সে. সুপারহিট ক্ল্যাশ দিয়ে আটকাতে থাকে। রিমোট বাসের মধ্যে অবস্থিত সম্পৃক্ত প্যাসের চাপ $P_1 = P_2 + P_3$ বখদ নির্ভর ভালভ একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ খোলা থাকে। বখদ ইভাপোরেটরে হিট লোড থাকে তখন সাকশন সুপারহিট বৃদ্ধি পায় ফলে রিমোট বাসে প্যাসের চাপ বৃদ্ধি পায়। রিমোট বাসের অধিক চাপ পিষ্ট-এর বিপরীতে নিম্নলিখিত ভলভের অধিক খুলে দেয় এবং অধিক ভলভ সরবরাহ করে। আবার বখদ হিটলোড কমে যায় তখন সাকশন লাইন অধিক ঠান্ডা হয়ে সাকশন সুপারহিট কমে যায়। ফলে রিমোট বাসে প্যাস-এর চাপ কমে যায় এবং ভলভের অধিক খুলে দেয়। এতে হিয়ারক এবাহের ক্ষমতা সঞ্চিত হয় ফলে হিয়ারক এবাহ করে যায়। আসলে হিট লোডের পরিবর্তনের সাথে সাথে হিয়ারকের সরবরাহ পরিবর্তিত হয়। সরবরাহ বাড়িয়ে বা কমিয়ে সাকশন লাইনে প্রবাহ সুপারহিট নিয়ন্ত্রণ করে বলে থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভকে কনস্ট্যান্ট সুপারহিট ভালভ বলা হয়।



চিত্র : ৬.৬ থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ, রিমোট বাস, ইন্ডুইলইজার এবং ডিসট্রিবিউটর মুক্ত ইভাপোরেটর



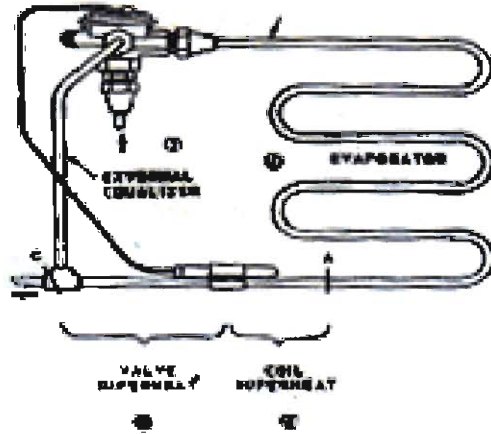
থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভকে কার্যকরী করার জন্য একটি বাড়তি সংযোগ এক্সটারন্যাল ইকুইলাইজার (External equalizer) ব্যবহার করা হয়। ইকুইলাইজারের এক মাথা সাকশন লাইন এবং অপর মাথা ভালভের ডায়ফ্রামের নিচে সংযোগ থাকে। ইভাপোরেটরের শুরু ও শেষ মাথায় চাপের কিছু পার্থক্য থাকে। সমপরিমাণ চাপ যাতে ডায়ফ্রামে কাজ করতে পারে সেজন্য একরূপ একটি সংযোগ দেওয়া হয়।

৬.৭ রিমোট বাব ও ইকুইলাইজার

রিমোট বাব থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভে একটি অপরিহার্য অংশ যার মধ্যে কোনো প্রবাহী ভর্তি করা থাকে। এ প্রবাহী বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। যেমন :

- ক) লিকুইড চার্জ (Liquid charge)
- খ) ক্রস লিকুইড চার্জ (Cross Liquid charge)
- গ) ভেপার চার্জ (Vapor charge)
- ঘ) ক্রস ভেপার চার্জ (Cross vapor charge)

লিকুইড চার্জ বলতে যে হিমায়কের জন্য এক্সপানশন ভালভ সে তরল হিমায়ক বা তারই মতো আচরণ করে এমন তরল রিমোট বাব চার্জ করা হয়। ক্রস চার্জ বলতে অন্য কোনো প্রবাহী বা ফ্লুইড বোঝানো হয় যার আচরণ ব্যবহৃত হিমায়কের মতো নাও হতে পারে। ভেপার চার্জ বলতে ব্যবহৃত হিমায়কের বাষ্পীয় চার্জ বাব চার্জ করা বোঝায়। ক্রস বাষ্পীয় চার্জ বলতে অন্য কোনো প্রবাহী বা বাষ্পীয় অবস্থায় চার্জ করা বোঝায়। রিমোট ভালভ ও এক্সটারন্যাল ইকুইলাইজারের অবস্থান নিম্নো চিত্রে দেখা যায় যে রিমোট ভালভ ৫° থেকে ৬° সে. সাকশন সুপারহিটে এবং সেখান থেকে ৫° থেকে ৬° সে. সুপারহিটে অর্থাৎ মোট ১০° থেকে ১২° সে. সাকশন সুপারহিটে এক্সটারন্যাল ইকুইলাইজার বসানো হয়।



চিত্র: ৬.৭ রিমোট বাল্ব ও এক্সটার্নাল ইকুইলাইজারের অবস্থান।

৬.৮ ক্যাপিলারি টিউব :

ক্যাপিলারি টিউব লম্বা চিকন এক ধরনের টিউব বিশেষ। এটি তামার তৈরি যা কয়েল আকারে পাওয়া যায়। এটি সরু ব্যাস যুক্ত সহজ সরল ও সবচেয়ে ঝামেলাযুক্ত নিয়ন্ত্রণ ডিভাইস। ক্যাপিলারি টিউব একমাত্র প্রবাহ নিয়ন্ত্রক যার মধ্যে কোনো চলমান বা মুক্তি অংশ নেই। এ ধরনের নিয়ন্ত্রকের নষ্ট হওয়ার কিছু নেই তবে ভেতরের ছিদ্র খুব চিকন তাই সামান্য ময়লায়ও বন্ধ হয়ে যেতে পারে। যাতে এরূপ অসুবিধা না হয় সেজন্য কনডেনসারের শেষ মাথায় এবং ক্যাপিলারি শুরুতে একটি অতিসূক্ষ্ম দানা বা ময়লা আটকাতে পারে এমন একটি ফিল্টার বা স্ট্রেইনার লাগাতে হয়। কমপ্রেসর চলাকালীন ক্যাপিলারি টিউব, কনডেনসার ও ইভাপোরেটরের মধ্যে চাপের একটি পার্থক্য বজায় রাখে এবং হিমায়কের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। যেহেতু ক্যাপিলারির অভ্যন্তরীণ ছিদ্রের ব্যাসের কোনো পরিবর্তন করা যায় না, সেহেতু হিমায়কের প্রবাহ মোটামুটি সমান থাকে। তবে চাপের পার্থক্য বৃদ্ধি পেলে প্রবাহ বাড়ে। যে সকল হিমায়ন যন্ত্রের তাপীয় লোড খুব একটা পরিবর্তিত হয় না সে সকল ছোট ইউনিটের হিমায়কের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহৃত হয়। ক্যাপিলারি টিউবের একটি নির্দিষ্ট ব্যাস ও একটি নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্য নির্বাচন করতে হয়। ব্যাস বাড়লে প্রবাহ বাড়ে তাতে কমপ্রেসরে তরল হিমায়ক প্রবেশ করতে পারে। আবার ব্যাস কমলে ইভাপোরেটরে পর্যাপ্ত তরল না পাওয়ার জন্য ঠান্ডা কম হবে। লম্বা বাড়লে ইভাপোরেটরে চাপ কমে এবং ক্যাপিলারির ভিতরের প্রবাহজনিত বাধা বৃদ্ধির কারণে প্রবাহ হ্রাস পায়। সবদিক বিবেচনা করে নির্মাতারা একটি সর্বোৎকৃষ্ট নির্বাচনে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের, নির্দিষ্ট ব্যাসের ক্যাপিলারি বেছে নেয়। যেহেতু কমপ্রেসর ও ক্যাপিলারি টিউব সিরিজে সংযোগ করা হয়, সেহেতু ক্যাপিলারি প্রবাহ ক্ষমতা কমপ্রেসরের পাম্পিং ক্ষমতার (Pumping capacity) সমান হতে হবে। যদি হিমায়ন চক্রটিকে দক্ষতার সাথে কাজ করতে হয় তাহলে বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন চাপ কমপ্রেসরের পাম্পিং ক্ষমতার অবশ্যই সমান হতে হবে। তাহলে দেখা যাচ্ছে যে, একটি নির্দিষ্ট লোডে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঠান্ডা করার জন্য কমপ্রেসর, কনডেনসার, ইভাপোরেটরে প্রবাহিত হয় যা কমপ্রেসরে প্রবেশ করতে পারে। এতে কমপ্রেসরের ক্ষতি হওয়ার আশঙ্কা আছে। তাছাড়া কনডেনসারের তরল হ্রাস পাওয়ায় ইভাপোরেটরে তরলের সাথে কিছু বাষ্প যেতে পারে ফলে চক্রের হিমায়ন ক্ষমতা হ্রাস পায়। তাহলে সিদ্ধান্তে পৌছা যায় যে, একটি নির্দিষ্ট নির্ধারিত অবস্থায় ক্যাপিলারি টিউব যুক্ত হিমায়ন চক্র সর্বোচ্চ দক্ষতার কাজ করে। এছাড়া ক্যাপিলারি অন্য যে কোনো ব্যাস ও দৈর্ঘ্য হিমায়ন চক্রের দক্ষতা সর্বোচ্চ দক্ষতার চেয়ে কম হয়। ইভাপোরেটরে লোড বাড়লে বাষ্পায়নের হার বাড়ে এবং কনডেনসারে ঘনীভবন বাড়ে। এতে কনডেনসারে তরল হিমায়ক অবশীতল বা সাবকুলিং হয় এবং ফ্লাস গ্যাসের (flash gas) পরিমাণ হ্রাস পায়। এ দুটি কারণে হিমায়ক ক্যাপিলারির প্রবাহ ক্ষমতা বাড়ে এবং চক্রের তাপ অপসারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

ইভাপোরেটরের সাথে ক্যাপিলারি টিউবের একটি সামঞ্জস্য অবশ্যই দরকার হয়। ক্যাপিলারি টিউবের ছিদ্রের ব্যাস কম বা দৈর্ঘ্য বেশি হলে কমপ্রেসরের সাকশন কমে এবং ঘনীভবন চাপ বাড়ে। ফলে কমপ্রেসরের ডিজাইনকৃত ক্ষমতার চেয়ে ক্ষমতা হ্রাস পায়। আবার ব্যাস বাড়লে বা দৈর্ঘ্য কম হলে প্রবাহ বাধা কম হবার কারণে অধিক তরল ইভাপোরেটরে লোড কমলে ঘনীভবনের হার কমে ফলে সাবকুলিং কমে এবং ফ্লাস গ্যাস বাড়ে তাতে সার্বিকভাবে হিমায়নের ক্ষমতা কমে। ক্যাপিলারি টিউব অন্যান্য এক্সপানশন ডিভাইস থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন ধরনের। কমপ্রেসর বন্ধ হলেও উভয় দিকের চাপ সমান না হওয়া পর্যন্ত কনডেনসার থেকে ইভাপোরেটরে তরল হিমায়ক চলে যায়। সেজন্য এ পদ্ধতিতে রেফ্রিজারেট সঠিকভাবে সঠিক পরিমাণ চার্জ করতে হয় এবং কোনো রিসিভার ব্যবহার করা যায় না। হিমায়ক বেশি হলে ঘনীভবন চাপ বৃদ্ধি পায় এবং সাকশন চাপ বাড়ে ফলে মোটরের জন্য অতিরিক্ত বোঝা হয়ে দাঁড়ায়। ক্যাপিলারি টিউবের সাথে ব্যবহৃত কনডেনসার ডিজাইন সঠিকভাবে করা দরকার। কনডেনসার টিউব চিকন রাখলে কমপ্রেসরেলিকুইড যাওয়ার সম্ভাবনা কম থাকে। টিউব মোটা হলে তা খাটো রাখতে হবে। যাতে সর্বোচ্চ চাপে হিমায়ক তরলে পরিণত হয়, তাহলে প্রবাহ ক্ষমতা বাড়ানো যাবে। ক্যাপিলারি ব্যবহৃত ইভাপোরেটরের শেষ মাথায় অ্যাকুমুলেটর বসাতে হয় যাতে তরল কমপ্রেসরে যেতে না পারে।

ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহারে নিম্নলিখিত সুবিধাগুলো পাওয়া যায়

ক) কোনো চলমান অংশ নেই তাই নষ্ট হওয়ার আশঙ্কা নেই।

খ) দামে সস্তা।

গ) সাকশন লাইনের সাথে বিরাট দৈর্ঘ্য তাপের বিনিময় ঘটানো যায়। ক্যাপিলারি টিউব সাকশন লাইনের ভিতরে বা গায়ে জড়িয়ে এ কাজ করা যায়।

ঘ) হিমায়ন চক্রে রিসিভার লাগে না। ফিল্টার ড্রায়ার রিসিভার হিসেবে কাজ করে।

ঙ) কমপ্রেসর বন্ধ হলে কনডেনসার ও ইভাপোরেটরের চাপ সমান হয়ে যায়। পরবর্তী সময় মোটর চালু হওয়ার সময় প্রায় আনলোড অবস্থায় হয়ে থাকে।

চ) হিমায়কের চার্জ কম করতে হয়।

অসুবিধা

ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহারে যেমন সুবিধা আছে তেমনি কতগুলো অসুবিধাও আছে। এগুলো হলো-

ক) প্রবাহ খুব একটা বাড়ানো-কমানো যায় না ফলে হঠাৎ পরিবর্তনশীল লোডের জন্য ক্যাপিলারি কম উপযোগী।

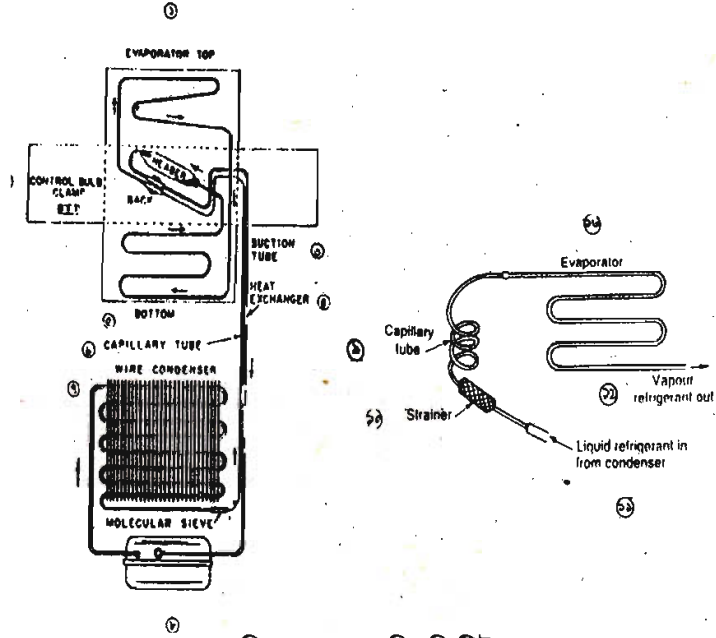
খ) হিমায়ন চক্রে জলীয় বাষ্প বা ময়লা থাকলে হিমায়ক প্রবাহে বাধার সৃষ্টি করে।

গ) কমপ্রেসর বন্ধ হলে কনডেনসারের তরলে ইভাপোরেটর অধিক পূর্ণ হয় ফলে পরবর্তী সময় কমপ্রেসর চালু হলে সাকশন লাইনে পানি বা বরফ তৈরি হয় যা ক্ষতিকারক।

৬.৯ লো সাইড ফ্লোট সিস্টেম (Low side float system) :

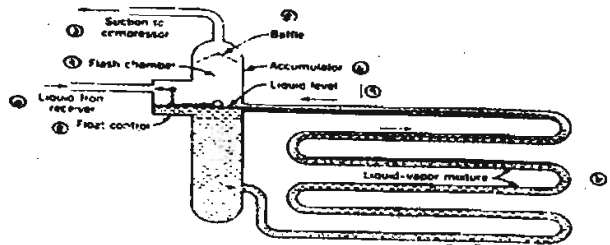
হিমায়ন চক্রের লো প্রেসার সাইড থেকে যে ফ্লোট বাব্ব তরল হিমায়কের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে তাকে লো প্রেসার সাইড ফ্লোট বলে। লো সাইড ফ্লোট সিস্টেমের সাথে ব্যবহৃত কুলিং কয়েল সর্বদা তরল হিমায়তে ভর্তি থাকে। এ ধরনের কুলিং কয়েলকে ফ্লাডেড ইভাপোরেটর বলে। লোসাইড ফ্লোট বাব্ব ফ্লোট চেম্বারে তরলের একটি নির্দিষ্ট স্তর বজায় রাখে।

১. ইভাপোরেটর টপ ২. কন্ট্রোল বাব্ব ক্ল্যাম ৩. সাকশন টিউব ৪. হিট এক্সচেইঞ্জার ৫. বোটম ৬. ক্যাপিলারি টিউব ৭. ওয়্যার কনডেনসার ৮. কলিকুলার সিভ ৯. ক্যাপিলারি টিউব ১০. স্ট্রেইনার ১১. লিকুইড রেফ্রিজারেট ইন ফ্রম কনডেনসার ১২. ভ্যাপার রেফ্রিজারেট আইট ১৩. ইভাপোরেটর



চিত্র : ৬.৮ ক্যাপিলারি টিউব

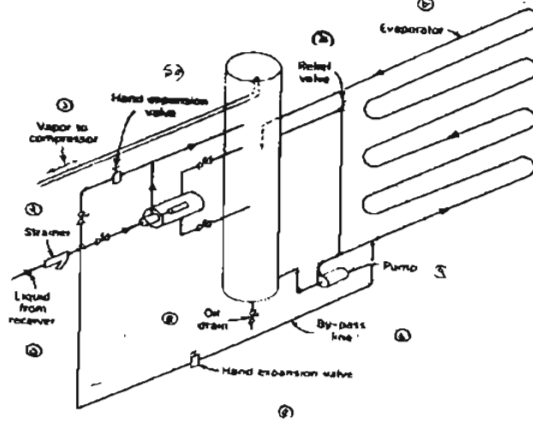
ইভাপোরেটর লোড বাড়লে বাষ্পায়নের হার বাড়ে ফলে ফ্লোট চেম্বারের ফ্লোট ভালভ নিচে নামে। এতে নিডল ভালভ তরলের লাইন অধিক খুলে দেয়। ইভাপোরেটরে লোড কমলে বাষ্পায়নের হার কমে। ফলে ফ্লোট ভালভ একটু ওপরের দিকে ভাসমান থেকে নিডল ভালভ কম খুলে প্রবাহ কমায়। এভাবে কোনো একসময় প্রবাহ সম্পূর্ণ বন্ধ করতে পারে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে ফ্লোট ভালভ তরলের স্তরের ওপর ভিত্তি করে কাজ করে (Float valve is responsive only to the level of the liquid in the evaporator) এবং ফ্লোট চেম্বারে তরলের একটি নির্দিষ্ট স্তর বজায় রাখে। লো প্রেসার ফ্লোট ভালভটি অ্যাকুমুলেটরে বা আলাদা ফ্লোট চেম্বারে বসানো হয়।



চিত্র : ৬.৯ লো সাইড ফ্লোট ভালভ, ইভাপোরেটর এবং অ্যাকুমুলেটর

যদি ফ্লোট ভালভ নষ্ট হয়ে যায় তাহলে হ্যাভ এক্সপানশন ভালভের সাহায্যে তরল হিমায়কের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণে করা হয়। ফ্লোটের পাশেও দুটি স্টপ ভালভ থাকে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে ইভাপোরেটরের সাথে সংযুক্ত সার্জ এবং

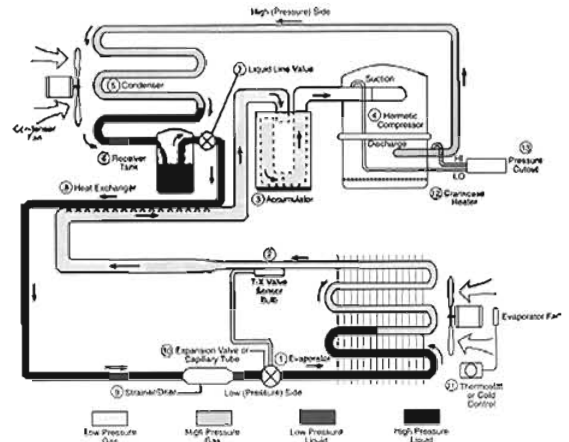
ইভাপোরেটরে তরল হিমায়কের স্তর নিয়ন্ত্রণের জন্য লো প্রেসার ফ্লোট ভালভ ব্যবহৃত হয়। ইভাপোরেটরে দুটি সংযোগই সার্জ ট্যাংক থেকে নেওয়া হয়েছে। ফ্লোট ভালভের পূর্বের সংযোগ থেকে উচ্চ চাপের তরল ইভাপোরেটরের নিচে ইনজেকটরের মাধ্যমে স্প্রে করা হয়।



চিত্র : ৬.১০ অ্যামুলেটর বা সার্জ ড্রামে বসানো ফ্লোট ভালভ দিয়ে তরলের স্তর নিয়ন্ত্রণ

এটাকে প্রাইমারি ফ্লো বলে। সার্জ ট্যাংকের তলা থেকে নিম্ন চাপের তরল ইভাপোরেটরের নিচে প্রাইমারি ফ্লো-এর সাথে মিশে, এটাকে সেকেন্ডারি ফ্লো বলে। উভয় প্রবাহ মিশে ইভাপোরেটরের উপরের অংশের মাধ্যমে সার্জ ট্যাংকে যায়। ইভাপোরেটরের তরল সঞ্চালনের প্রাইমারি প্রবাহ দরকার। এ ব্যবস্থায় পাম্পের দরকার নেই। লো সাইড ফ্লোট সিস্টেম বড় বড় পয়েন্টে ব্যবহৃত হতে পারে। আইস প্লান্টে, কোল্ড স্টোরেজ, ফিশ ফ্রিজিং প্লান্ট এবং অন্যান্য প্লান্টে ব্যবহৃত হয়। লো সাইড ফ্লোট ভালভের কার্যপ্রণালির ধাপগুলো সংক্ষেপে নিচে দেওয়া হলো: ইভাপোরেটরে যখন হিটলোড বাড়ে তখন

- বাষ্পায়নের হার বাড়ে
- তরলের স্তর কমে
- নিডল ভালভ অধিক পরিমাণ খোলা থাকে
- অধিক পরিমাণ তরল হিমায়ক ফ্লোট চেম্বারে প্রবেশ করে



চিত্র : ৬.১১ লো সাইড ফ্লোট সিস্টেম

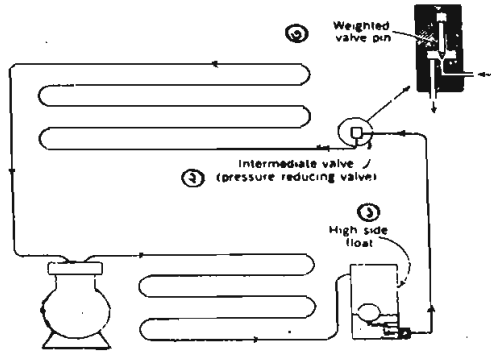
ইভাপোরেটরে যখন হিট লোড কমে তখন-

- বাষ্পায়নের হার কমে
- তরলের স্তর উপরের দিকে যায় বা বাড়ে
- নিডল ভালভ হিমায়কের প্রবেশ পথ কম খুলে
- কম পরিমাণ হিমায়ক প্রবেশ করে

এভাবে লো প্রেসার ফ্লোট ভালভ হিট লোডের পরিবর্তনের সাথে সাথে ক্রিয়াশীল হয়ে প্রবাহ বাড়িয়ে বা কমিয়ে ফ্লোট চেম্বারে তরলের একটি নির্দিষ্ট স্তর রক্ষা করে।

৬.১০ হাই সাইড ফ্লোট সিস্টেম (High side float system)

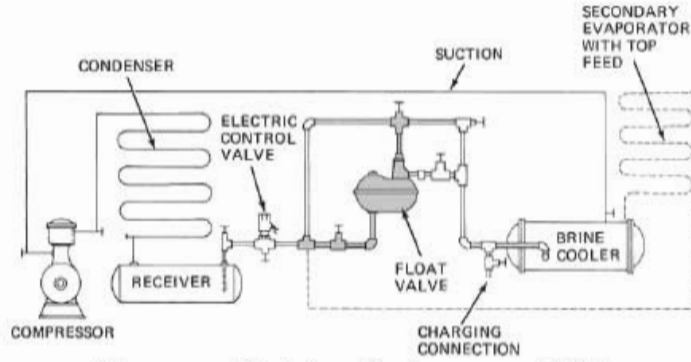
যদি ফ্লোট ভালভ হাই প্রেসার সাইডে থেকে তরল হিমায়কের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে তাহলে তাকে হাই সাইড ফ্লোট সিস্টেম বলে। ফ্লোট ভালভের সাথে সংযুক্ত নিডল ভালভ স্বয়ংক্রিয়ভাবে হিমায়ক প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে তবে খুব বেশি পরিবর্তনশীল লোডের উপযোগী নয়। ফলে এ ধরনের নিয়ন্ত্রণের ব্যবহার খুবই সীমিত।



চিত্র : ৬.১২ হাই সাইড ফ্লোট ভালভ

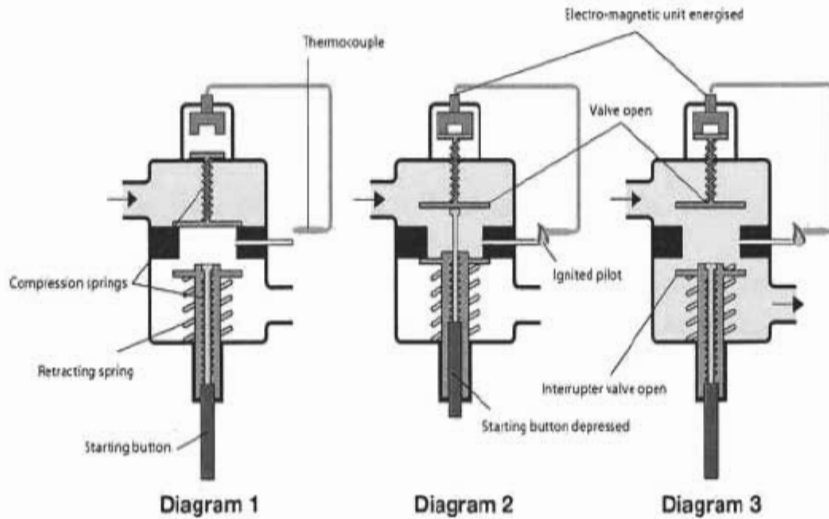
যখন লোড বাড়ে তখন বাষ্পায়নের হারও বাড়ে, ফলে কুলিং হিমায়কের পরিমাণ কমে কিন্তু এ হিমায়ক তরলে পরিণত হয়ে ফ্লোট চেম্বারে জমা হয়, ফলে ফ্লোট ওপরে ভাসতে থাকে এবং নিডল ভালভ অধিক খুলে। এতে অধিক পরিমাণ হিমায়ক ইভাপোরেটরে প্রবেশ করে। যখন হিট লোড কমে তখন বাষ্পায়নের হার কমে ফলে ইভাপোরেটরে হিমায়ক পরিমাণ বাড়ে। এ সময় ফ্লোট চেম্বারে তরলের পরিমাণ কমে যায় ফলে সরবরাহ কমিয়ে দেয়। এভাবে তরল হিমায়কের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। এ ধরনের নিয়ন্ত্রকের সাথে রিসিভার ব্যবহৃত হয় ফলে বড় প্লান্টে ব্যবহার করা হাই প্রেসার ফ্লোট ভালভ সাধারণভাবে ইভাপোরেটরে তরল হিমায়কে ভর্তি রাখে যাকে ফ্লাডেড ইভাপোরেটর বলে। তবে যদি আলাদা একটি ইন্টারমিডিয়েট ভালভ চিত্র নং ৭.১২ এর মতো সংযোগ করা হয়, তাহলে ইভাপোরেটরে চাপ আরও কমে এবং হিমায়কের প্রবাহ সীমিত রাখে। তখন ইভাপোরেটরটি ড্রাই টাইপ হয়ে থাকে। হাই সাইড ফ্লোট ভালভ ইভাপোরেটরের ওপরে বা নিচে বসানো যায়। যতদূর সম্ভব এটি ইভাপোরেটরের কাছাকাছি বসাতে হয়। দূরে বসালে ফ্লোট চেম্বার থেকে ইভাপোরেটরের কাছাকাছি পর্যন্ত চাপ বাড়িয়ে রাখতে হয়। এরূপ একটি ব্যবস্থায় ইন্টারমিডিয়েট ভালভ ব্যবহার করা যায়। বড় প্লান্টে ব্যবহার করলে একটি পাইলট ভালভের মাধ্যমে এ কাজ করতে হয়। ফ্লোট চেম্বারটি অনুভূমিকভাবে বসাতে হয় যাতে নিডল ভালভ স্বাধীনভাবে বাধাহীন কাজ করতে পারে। হিমায়কের চার্জ একটি জটিল বিষয়। চার্জ বেশি হলে প্রবাহ

নিয়ন্ত্রণ হবে না এবং কম হলেও প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয় না। চার্জ বেশি হলে ফ্লোট অতিরিক্ত হিমায়ক ইভাপোরেটরে পাঠায়, ফলে কমপ্রেসরে ভরলে হিমায়ক চলে যায় আবার চার্জ কম হলে ইভাপোরেটর কম হিমায়ক পাঠায় ফলে ইভাপোরেটর হিমায়ক ষাটভিজনিত সমস্যায় পড়ে (Starved)। এসব অসুবিধার জন্য হাইসাইড ফ্লোট ভালভের ব্যবহার সীমিত।



চিত্র : ৬.১৩ হাইসাইড ফ্লোট ভালভ যুক্ত একটি হিমায়ন চক্র

৬.১১ থার্মোইলেকট্রিক এক্সপানশন ভালভ (Thermo electric expansion valve)



চিত্র : ৬.১৪ থার্মোইলেকট্রিক এক্সপানশন ভালভ

থার্মোইলেকট্রিক এক্সপানশন ভালভ সাকশন লাইনের তাপমাত্রা ও বিদ্যুতের সাহায্যে চালিত হয়। একটি থার্মিস্টর সাকশন লাইনে বসানো থাকে। সাকশন লাইনের তাপমাত্রা বাড়লে থার্মিস্টরের রোধ কমে ফলে ভালভের হিটিং কয়েলে কারেন্ট প্রবাহ বাড়ে এবং নিডল ভালভ অধিক খুলে। ফলে অধিক হিমায়ক কুলিং কয়েলে প্রবেশ করে। এর ফলে থার্মিস্টর কিছু ঠান্ডা হিমায়ক পেয়ে এর বিপরীত নিয়মে প্রবাহ কমিয়ে দিবে। তাহলে দেখা যায় যে থার্মোইলেকট্রিক এক্সপানশন ভালভ সাকশন লাইনের তাপমাত্রার পরিবর্তনে

থার্মিস্টরের ত্রিয়ার জন্য নিডল ভালভের সাথে যুক্ত কয়েলের বিদ্যুৎ প্রবাহ পরিবর্তিত হবে। এ পরিবর্তন নিডল ভালভের অবস্থানের পরিবর্তন ঘটায়, ফলে হিমায়কের প্রবাহ পরিবর্তিত হয়।

৬.১২ হিমায়ক প্রবাহ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহার ক্ষেত্র

এক্সপানশন ডিভাইসের ধরন	ব্যবহার ক্ষেত্র
হ্যান্ড বা ম্যানুয়াল এক্সপানশন ভালভ	প্রধান এক্সপানশন হিসাবে ব্যবহার সীমিত। প্রধান এক্সপানশন ডিভাইসের বাইপাস হিসেবে ব্যবহৃত হয়।
অটোমেটিক এক্সপানশন ডিভাইস	ব্যবহার সীমিত তবে ছোট হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহৃত হতে পারে যেমন-ডিসপেন্সে কেইসেস, ওয়াক ইন কুলার।
থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ	আইসক্রিম ফ্যাক্টরি, আইস প্লান্ট, কোল্ড স্টোরেজ, কনটাক্ট ফ্রিজার, পেরট ফ্রিজার, এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট, হিমাগার, আইস কিউব মেকার, ওয়াক-ইন-কুলার, রিচ-ইন-কুলার।
ক্যাপিলারি টিউব	আবাসিক রেফ্রিজারেটর, ওয়াটার কুলার, আইসক্রিম কেবিনেট, ডিহিউমিডিফায়ার, কোন আইসমেকার, উইন্ডো এয়ার কুলার, আইসকিউব মেকার ইত্যাদি।
লো প্রেসার সাইড ফ্লোট ভালভ	আইস প্লান্ট, কোল্ড স্টোরেজ, সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট, ফিশ প্রসেসিং প্লান্ট ইত্যাদি।
হাইপ্রেসার সাইড ফ্লোট ভালভ	ওয়াটার চিলার, ব্যবহার সীমিত।
থার্মোইলেকট্রিক এক্সপানশন ভালভ	আইস মেকার, রিচ-ইন-কুলার ইত্যাদি।

প্রশ্নমালা-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

১. রেফ্রিজারেট নিয়ন্ত্রক বা এক্সপানশন ডিভাইসের কাজ কী?
২. প্রচলিত রেফ্রিজারেট নিয়ন্ত্রকগুলোর নাম লেখ।
৩. হ্যান্ড বা ম্যানুয়াল এক্সপানশন ভালভের সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কর।
৪. অটোমোটিক এক্সপানশন ভালভের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
৫. অটোমোটিক এক্সপানশন ভালভের সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কর।
৬. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভের অংশগুলোর নাম লেখ।
৭. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভকে কন্সট্যান্ট সুপার হিট ভালভ বলা হয় কেন?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

৮. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভের স্পেসিফিকেশন উল্লেখ কর।
৯. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভে ব্যবহৃত রিমোট বাল্বগুলোর নাম লেখ।
১০. ক্যাপিলার টিউবের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।
১১. লো সাইড ফ্লোট ভালভ-এর সুবিধা ও অসুবিধা আলোচনা কর।
১২. ইভাপোরেটরের হিট লোড বাড়লে ও কমলে লো সাইড ফ্লোট ভালভ প্রতিক্রিয়াগুলো পর্যায়ক্রমে লেখ।
১৩. হাই সাইড ফ্লোট ভালভে সুবিধা ও অসুবিধা আলোচনা কর।
১৪. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ-এর মূলনীতি বুঝিয়ে লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন :

১. চিত্রসহ হ্যান্ড এক্সপানশন ভালভ-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২. অটোমোটিক এক্সপানশন ভালভ-এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
৩. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ-এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
৪. ক্যাপিলারি টিউবের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
৫. চিত্রসহ লো সাইড ফ্লোট ভালভের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৬. চিত্রসহ হাই সাইড ফ্লোট ভালভের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৭. চিত্রসহ থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন : নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

রেফ্রিজারেট ফ্লো কন্ট্রোল নামটি সবার কাছে সমানভাবে গ্রহণযোগ্য নয়। অনেকে একে এক্সপানশন ভালভ বলে। এ নামটিও সবাই সঠিক বলে গ্রহণ করে না। অনেকে আবার একে এক্সপানশন ডিভাইস বলতে বেশি স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে। তাপ গতিবিজ্ঞানের ভাষায় একে থ্রটলিং ভালভ বা থ্রটলিং ডিভাইস বলা হয়। প্রচলিত ডিভাইসগুলোর কাজ থেকে তুমি এর যথার্থতা বিচার করতে পারবে।

১. রেফ্রিজারেট ফ্লো কন্ট্রোল নামটি কোন কোন ডিভাইসের জন্য যথার্থ?
২. রেফ্রিজারেট ফ্লো কন্ট্রোল নামটি কোন কোন ডিভাইসের জন্য যথার্থ নয়?
৩. তোমার মতে ওপরে উল্লেখিত কোন নামটি সবগুলো ডিভাইসের জন্য যথার্থ?
৪. কোন ডিভাইসের কারণে এক্সপানশন ভালভ নামটি সকলে যথার্থ মনে করে না?
৫. রেফ্রিজারেট ফ্লো কন্ট্রোলকে কী কী নামে নামকরণ করা হয়েছে?

সপ্তম অধ্যায়
ইভাপোরেটর
(Evaporator)

৭.১ ইভাপোরেটরের কাজ :

রেফ্রিজারেশন সাইকেল বা হিমায়ন চক্রের যে অংশে তরল রেফ্রিজারেন্ট বা হিমায়ক বাষ্পীভূত হয় তাকে ইভাপোরেটর বলে। কমপ্রেসরের আগে এবং এক্সপানশন ডিভাইসের পরে ইভাপোরেটরের অবস্থান। মালামাল বা বাতাস থেকে তাপ গ্রহণ করে রেফ্রিজারেশন বা হিমায়ন সৃষ্টি করা হয়। অন্য কথায় একে হিট এক্সচেইঞ্জার বা তাপ বিনিময়কারী বলা যায়। এর ভেতর তরল বাষ্প পরিণত হয় বলে একে অনেকে বয়লার বলে।

৭.২ ইভাপোরেটরের শ্রেণিবিভাগ :

ইভাপোরেটরে রেফ্রিজারেন্টের অবস্থান অনুসারে ইভাপোরেটরকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

১. ফ্লাডেড টাইপ (Flooded type)
২. ড্রাই টাইপ (Dry type)

ইভাপোরেটর টিউবের বাইরের আবরণ বা পৃষ্ঠদেশ (Surface) এর দিক থেকে ইভাপোরেটর টিউবকে তিন ভাগে ভাগ করা হয়।

১. বেয়ার টিউব (Bare tube)
২. ফিন্ড ইভাপোরেটর (Finned Evaporator)
৩. প্লেট টাইপ (plate type)

পরিচালনা পদ্ধতির দিক থেকে (Operating condition) ইভাপোরেটরকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

১. ফরস্টিং কয়েল (Forsting coil)
২. নন ফরস্টিং কয়েল (Non Forsting coil)
৩. ডি ফরস্টিং কয়েল (De Forsting coil)

বায়ু প্রবাহের (Air circulation) দিক থেকে ইভাপোরেটরকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়।

১. ন্যাচারাল ড্রাফট (Natural draft)
২. ফোর্স ড্রাফট (Force draft)

সেন্দ্রাল এয়ারকন্ডিশনারের বিভিন্ন ধরনের কলার

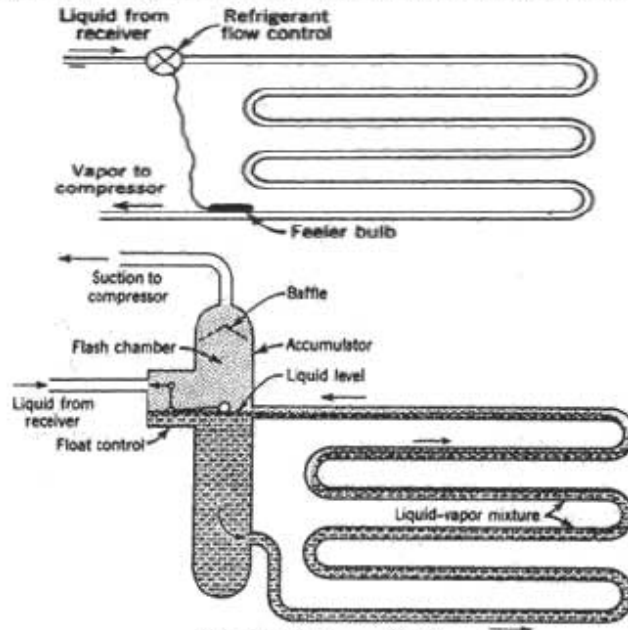
১. ইউনিট কুলার (Unit coller)
২. ফ্যান কয়েল ইউনিট (Fan coil unit)
৩. এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট (Air handling unit)
৪. তরল শীতলকরণ ইভাপোরেটর (Liquid chilling evaporator)

৫. ডাবল পাইপ কুলার (Double pipe cooler)
৬. বোডেলট কুলার (Baudelot cooler)
৭. ট্যাংক টাইপ কুলার (Tank type cooler)
৮. শেল অ্যান্ড কয়েল টাইপ কুলার (shell and coil type cooler)
৯. শেল অ্যান্ড টিউব চিলার (shell and tube chiller)
১০. স্প্রে টাইপ চিলার (Spray type chiller)

৭.৩। বিভিন্ন ইভাপোরেটরের বর্ণনা

ফ্লডেড টাইপ (Flooded type):

যে সকল ইভাপোরেটরের টিউব ভরল হিমায়কে ভর্তি থাকে সে সকল ইভাপোরেটরকে ফ্লডেড ইভাপোরেটর বলে। এ ধরনের ইভাপোরেটরের সাথে ফ্লোট কন্ট্রোল টাইপ এক্সপানশন ভিভাইস ব্যবহৃত হয়। বরফ কল, হিমাগার এরারকভিশনিং প্লান্ট, কিশ ক্রিজিং প্লান্ট ইত্যাদিতে এ ধরনের ইভাপোরেটর ব্যবহার হয়।



চিত্র : ৭.১ ফ্লডেড টাইপ

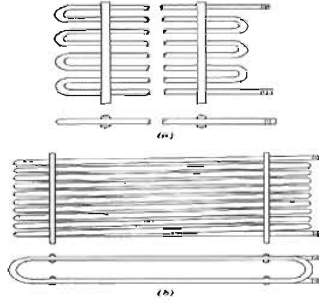
ড্রাই টাইপ (Dry type) :

যে সকল ইভাপোরেটরের টিউব বেশির ভাগ বাষ্পীয় হিমায়ক থাকে সে সকল ইভাপোরেটরকে ড্রাই টাইপ ইভাপোরেটর বলে। ইভাপোরেটরের সাথে যদি ক্যাপিলারি টিউব, অটোমেটিক ও থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত হয় তাহলে ইভাপোরেটরে আংশিক ভরল ও আংশিক বাষ্পীয় হিমায়ক থাকে। এ ধরনের ইভাপোরেটর আবাসিক শীতক, উইন্ডো কুলার, ওয়টার কুলার, আইসক্রিম মেশিন, স্প্রট টাইপ এরারকভিশনার, প্যাকেজ টাইপ এরারকভিশনার এবং আরও অনেক প্লান্টে ব্যবহৃত হয়।

বেয়ার টিউব ইভাপারেটর (Bare tube Evaporator) : যখন টিউবের উপর কোনো ফিল্ম বা আবরণ থাকে না তাকে বেয়ার টিউব বলে। এটা কপার বা স্টিল টিউবের তৈরি হয়। অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত আইস প্র্যাণ্টে স্টিল টিউব ইভাপারেটর ব্যবহৃত হয়। কোনো কোনো ক্ষেত্রে ব্রাইন ঠাণ্ডা করার জন্য এ ধরনের ইভাপারেটর স্থাপিত হয়।

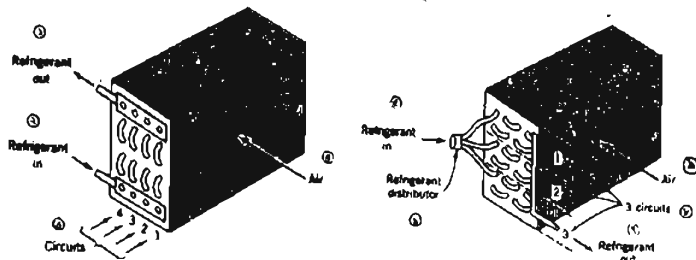
ফিন্ড ইভাপারেটর (Finned Evaporator) :

যখন ইভাপারেটর টিউবের ওপর ফিল্ম থাকে তাকে ফিন্ড ইভাপারেটর বলে। অধিক পরিমাণ তাপ সঞ্চালক করার জন্য ইভাপারেটর টিউবের ওপর ফিল্ম বসানো হয়। ফিল্মের মাধ্যমে তাপ সঞ্চালনের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করা হয়। যে ক্ষেত্রে কুলিং কয়েলের সাহায্যে সরাসরি বাতাসকে ঠাণ্ডা করা হয়, সেক্ষেত্রে ফিন্ড ইভাপারেটর ব্যবহৃত হয়।



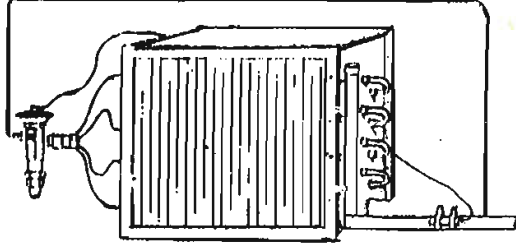
চিত্র : ৭.২ বেয়ার টিউব ইভাপারেটর

ফ্যানের মাধ্যমে ইভাপারেটর কুলিং কয়েলের উপর দিয়ে বায়ু প্রবাহিত করে ঠাণ্ডা করা হয়। ফিন্ড কয়েলের উপর বায়ু প্রবাহিত করলে ফাউলিং কমে। অধিক পরিমাণ বায়ুকে কয়েলের সংস্পর্শে আনার জন্য ফিল্ম ব্যবহৃত হয়। একক দৈর্ঘ্যে ফিল্মের সংখ্যা যত বাড়বে ফাউলিং তত কমে, ঠাণ্ডা তত বাড়বে। ফিল্ম হলো পাতলা এক ধরনের শিট টিউবের উপর বসানো হয়। ফিল্মের মধ্যে টিউবের মাপে অনেকগুলো ছিদ্র করা হয়। ছিদ্রের মধ্যে টিউব ঢুকিয়ে সোল্ডারিং করা হয় অথবা টিউবের ব্যাস বাড়িয়ে দেওয়া হয় যাতে ফিল্মগুলো টিউবের গায়ে ভালোভাবে জড়িয়ে ধরে। আর ফিল্মের সাইজ ও সংখ্যা নির্ভর করে ইভাপারেটর কোথায় এবং ইভাপারেটরের তাপমাত্রার ব্যবধান বা TD কত হবে তার ওপর।



চিত্র : ৭.৩ ফিন্ড ইভাপারেটর

১. রেফ্রিজারেন্ট আউট ২. রেফ্রিজারেন্ট ইন ৩. সার্কিটস ৪. এয়ার ৫. রেফ্রিজারেন্ট ইন ৬. রেফ্রিজারেন্ট ডিট্রিবিউটর ৭. রেফ্রিজারেন্ট আউট ৮. থ্রি সার্কিট ৯. এয়ার



চিত্র : ৭.৪ ফিন্ড ইভাপোরেটর

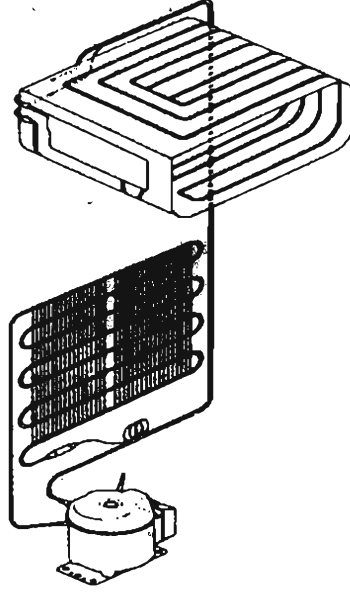
ফিলের সংখ্যা প্রতি মিটারে ৪০ থেকে ৫০০ পর্যন্ত হতে পারে। ডাইরেস্ট এক্সপানশন সিস্টেমের শীতাতপনিয়ন্ত্রণের জন্য ফিন্ড কয়েলের ইভাপোরেটর সবচেয়ে উপযোগী। কিন্তু কোথাও যদি তাপমাত্রা 2° সে. বা তার নিচে থাকে তাহলে ফিলের গায়ে বরফ জমে। ফলে বায়ুপ্রবাহ বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং ইউনিটের ঠান্ডা করার ক্ষমতাহ্রাস পয়। সেজন্য নিচু তাপমাত্রার হিমায়নে বরফ গলানোর জন্য ইলেকট্রিক হিটার বসানো হয়।

প্লেট টাইপ ইভাপোরেটর (Plate type Evaporator) :

টিউবের পরিবর্তে প্লেটের ভেতর হিমায়ক প্রবাহিত ও বাষ্পীভূত হলে তাকে প্লেট টাইপ ইভাপোরেটর বলে। দুটি প্লেট চাপ প্রয়োগ করে যদি গ্যাস প্রাহের রাস্তা তৈরি করা হয় তাহলে সেটাই প্লেট টাইপ ইভাপোরেটর। প্লেট টাইপ ইভাপোরেটরের মাধ্যমে তাপ অধিক দ্রুত শোষণ করা সম্ভব। প্লেট টাইপ ইভাপোরেটর অধিকাংশ ক্ষেত্রে অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি। তবে কোনো কোনো ক্ষেত্রে স্টেইনলেস স্টিল বা স্টিল শিটের তৈরি। স্টিল শিটের তৈরি করা হলে তার উপর কোটিং থাকে যাতে দ্রুত মরিচা না পড়ে। যেহেতু মালামাল সরাসরি টাইপ কয়েল সংস্পর্শে থাকে সে জন্য দ্রুত তাপ অপসারণ সম্ভব। কিন্তু লিক বা ছিদ্র হওয়ার অধিক আশঙ্কা থাকে। প্লেট টাইপ ইভাপোরেটর আবাসিক শীতক, চেস্ট টাইপ ফ্রিজার, কনটাক্ট ফ্রিজার, স্টোরেজ কুলারে হিমায়নে ব্যবহৃত হয়।

ফ্রস্টিং কয়েল (Frosting coil) :

যে ক্ষেত্রে কয়েল বা কক্ষ তাপমাত্রা সর্বদা হিমাক্ষের নিচে থাকে সেক্ষেত্রে কয়েলে তুষার জমা থাকে। ফ্রস্টেড আবাসিক শীতকের ফ্রিজার বা ফ্রোজেন ফুড কমপার্টমেন্টের ইভাপোরেটর কয়েল এবং ফিশ ফ্রিজিং প্লান্টের ইভাপোরেটর কয়েলে তুষার জমে তাই এগুলো ফ্রস্টিং কয়েল।



চিত্র: ৭.৫ প্লেট টাইপ ইভাপারেটর (আবাসিক শীতকের হিমায়ন চক্র)

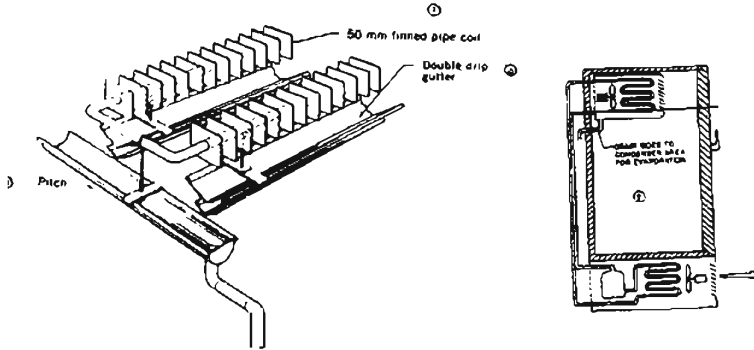
নন ফ্রস্টিং কয়েল (Non Frosting coil) :

যেক্ষেত্রে ইভাপারেটর কয়েলের তাপমাত্রা সর্বদা হিমাঙ্ক বা হিমাঙ্কের উর্ধ্বে থাকে। যেমন-শীতাতপনিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্রের ইভাপারেটর কয়েলের তাপমাত্রা হিমাঙ্কের অনেক উর্ধ্বে থাকে। তাই এতে বরফ বা তুষার জমাতে পারে না।

ডিফ্রস্টিং কয়েল (Defrosting coil) : ইউনিট চলাকালীন যদি কয়েলের তাপমাত্রা হিমাঙ্কের নিচে থাকে এবং নির্দিষ্ট সময়ে তুষার গলানোর ব্যবস্থা করা হয়। যদি ইউনিট চালু অবস্থায় কয়েলের অভ্যন্তরে 0° সে. এর নিচে এবং বহ্যকালীন 0 সে. এর ওপরে তাপমাত্রা থাকে তাহলে তাকে ডিস্টপ ডি-ফ্রস্টিং কয়েল বলে।

ন্যাচারাল ড্রাফট (Natural draft) : যদি ইভাপারেটরের মাধ্যমে কোনো মালামাল ঠান্ডা করার জন্য সাথে কোনো ফ্যান না থাকলে তাকে ন্যাচারাল ড্রাফট ইভাপারেটর বলে। ফ্রস্টেড রেফ্রিজারেটরের ইভাপারেটর, স্টোরকুলার ওয়াটার কুলারের ইভাপারেটর এ ধরনের হয়ে থাকে।

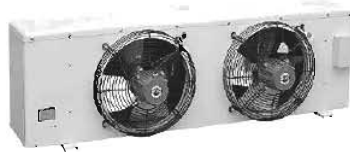
ফোর্স ড্রাফট (Force draft) : ইভাপারেটরের সাথে যদি বায়ু সঞ্চালনের জন্য ফ্যান বা ব্লোয়ার থাকে তাহলে তাকে ফোর্স ড্রাফট ইভাপারেটর বলে। উইন্ডো টাইপ, স্প্রিংলট টাইপ এবং প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, হিমাগার, ননফ্রস্ট রেফ্রিজারেটর, ফ্রিজার ইত্যাদিতে এ ধরনের ইভাপারেটর ব্যবহৃত হয়। অধিক পরিমাণ জায়গার বাতাস এক জায়গা থেকে ঠান্ডা করার জন্য ফোর্স ড্রাফট ইভাপারেটর ব্যবহৃত হয়।



চিত্র : ৭.৬ (ক) ন্যাচারাল ড্রাকট ইভাপোরেটর (খ) ফোর্স ড্রাকট ইভাপোরেটর

ইউনিট কুলার (Unit cooler) :

ডাইরেক্ট এক্সপানশন সিস্টেমের কোনো কুলিং ইউনিটের সাথে যদি ফ্যান থাকে কিন্তু ডাকটিং-এর কোনো ব্যবস্থা না থাকে তাহলে তাকে ইউনিট কুলার বলে। ইউনিট কুলারের মাধ্যমে কোনো কক্ষের বাতাসকে ঠান্ডা করা হয়। এটা এক ধরনের কুলিং ইউনিট যার মধ্যে হিমায়কের প্রবাহ ও বাষ্পায়ন ঘটে। ইউনিট কুলার সাধারণত ফিল্ড টাইপ হয়ে থাকে। এটা আকৃতিতে আয়তাকার, গোলাকার বা অর্ধগোলাকার হতে পারে। এ কুলিং ইউনিট কনডেনসিং ইউনিট থেকে আলাদা বসানো হয়।



চিত্র : ৭.৭ ইউনিট কুলার



চিত্র : ৭.৮ ফ্যান কয়েল ইউনিট

ফ্যান কয়েল ইউনিট এক ধরনের সেনসিবল কুলিং ইউনিট। ইনডাইরেক্ট বা চিল্ড ওয়াটার শীতাতপনিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় ঠান্ডা পানির সাহায্যে কক্ষের বাতাস ঠান্ডা করা হয়। ছোট ছোট কক্ষ ঠান্ডা করার জন্য ফ্যান যুক্ত চিল্ড ওয়াটার কয়েলকে ফ্যান কয়েল ইউনিট বলে। এ ধরনের ইউনিটে ডাকট সংযোগ দেওয়ার কোনো ব্যবস্থা থাকে না। এতে একটি ফিল্ড কয়েল এবং একটি সেন্ট্রিফিউগাল টাইপ ফ্যান বসানো হয়।

এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট (Air handling unit) :

চিল্ড ওয়াটার সিস্টেমে এয়ারকন্ডিশনিং গ্রাণ্টের বড় বড় হল রুম ঠান্ডা করার জন্য ব্রোয়ার ফ্যান যুক্ত কুলিং ইউনিটের সাথে ডাকট সংযোগ করা হলে তাকে এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট বলে। এতে চিল্ড ওয়াটার সিস্টেমের কুলিং ইউনিট, ব্রোয়ার ফ্যান এবং ড্রাকট থাকবে, যা কক্ষ বা হলের বাইরে বসানো হয়।

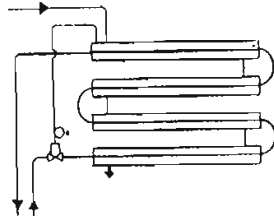
তরল শীতলীকরণ ইভাপোরেটর (Liquid chilling evaporator) :

ইভাপোরেটরের সাহায্যে যদি কোনো তরল পদার্থকে ঠান্ডা করা হয় তাহলে তাকে তরল শীতলীকরণ ইভাপোরেটর বলে। যেমন কোনো সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং গ্রাণ্টে যদি ঠান্ডা পানির মাধ্যমে বিভিন্ন কক্ষ ও হলের

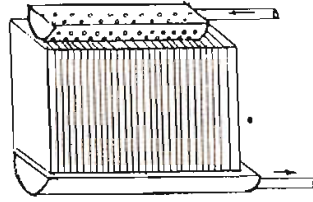
বাতাস ঠান্ডা করা হয় তাহলে সে ঠান্ডা পানি ঠান্ডা করার যন্ত্রকে চিলার বলে। সেন্ট্রাল প্লান্টের চিলারে যদি সেন্ট্রিফিউগাল কমপ্রেসর ব্যবহৃত হয় তাহলে তাকে সেন্ট্রিফিউগাল চিলার বলে। যদি পিস্টন টাইপ কমপ্রেসরের মাধ্যমে পানিকে ঠান্ডা করা হয় তাহলে তাকে রেসিপ্রোকেটিং চিলার বলে। রেসিপ্রোকেটিং চিলারের কমপ্রেসর, কনডেনসার, ইভাপারেটর একসাথে একই কেসিং-এ থাকে বলে একে রেসিপ্রোকেটিং প্যাকেজড চিলারও (Reciprocating Packaged chiller) বলে।

ডাবল পাইপ কুলার (Double pipe cooler):

ডাবল পাইপ কুলার গঠনে ডাবল টিউব কনডেনসারের মতো। এখানে একটি টিউবের ভিতর আর একটি টিউব বসানো হয়। একটা টিউবের ভেতর দিয়ে হিমায়ক প্রবাহিত হয় এবং অন্য একটি টিউবের বিপরীত দিক থেকে তরল পদার্থ প্রবাহিত হয়। বিপরীতমুখী প্রবাহের ফলে উভয়ের মধ্যে অধিক তাপের বিনিময় ঘটে। ডাবল টিউব কুলার ড্রাই বা ফ্লাডেড টাইপ হতে পারে। এটি স্থাপনে একদিকে জায়গা বেশি লাগে, আবার সাইজে বাড়ালে বেশি ঠান্ডা করা যায় না। এজন্য ডাবল পাইপ কুলার ব্যাপক ব্যবহৃত হয় না। তবে মদ, সূরা এবং পেট্রোলিয়াম ইন্ডাস্ট্রিতে তেল ঠান্ডা করার জন্য ডাবল টিউব কুলার ব্যবহৃত হয়।



চিত্র : ৭.৯ ডাবল পাইপ কুলার



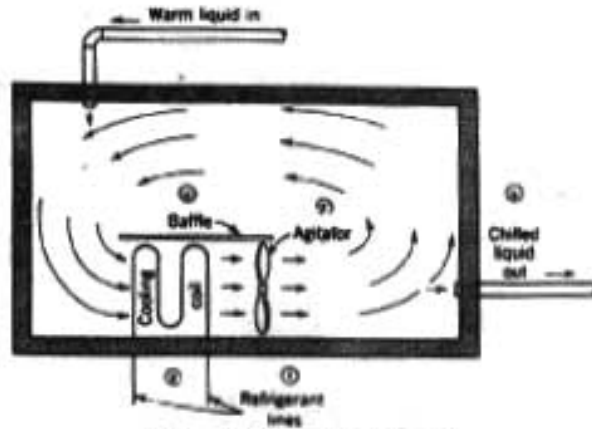
চিত্র : ৭.১০ বোডেলট কুলার

বোডেলট কুলার (Baudelot cooler)

বোডেলট কুলারে অনেকগুলো অনুভূমিক টিউব থাকে। টিউবগুলো সারিবদ্ধভাবে ওপর থেকে নিচের দিকে সাজানো থাকে। টিউবে ছোট ঘন ফিল্ম থাকে। এটি ইভাপারেটর হিসেবে কাজ করে যা ড্রাই টাইপ বা ফ্লাডেড টাইপ হতে পারে। বোডেলট কুলারের মাধ্যমে তরল পদার্থ ঠান্ডা করা হয়। যে তরল পদার্থ ঠান্ডা করা হয় তা উপর থেকে টিউবের ওপর ঝর্ণার মতো ছেড়ে দেওয়া হয়। তরল পদার্থ টিউবের ওপর দিয়ে গড়িয়ে ওপর থেকে নিচে পড়ার সময় ঠান্ডা হয়। এ সময় অনেকগুলো টিউবের সংস্পর্শে আসে ফলে দ্রুত ইন্ধিত তাপমাত্রায় ঠান্ডা করা সম্ভব হয়। দুধ, মদ, বিয়ার, সূরা বা অন্য কোনো তরল পদার্থ ঠান্ডা করার কাজে এ ধরনের কুলার ব্যবহৃত হয়। তরল পদার্থ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে সরবরাহ ও গ্রহণ করে।

ট্যাংক টাইপ কুলার (Tank type cooler)

ট্যাংক টাইপ কুলারে একটি ট্যাংক থাকে। এ ট্যাংকের ভিতরে ইভাপারেটর বসানো থাকে। ট্যাংকটি তরল পদার্থে এমনভাবে ভর্তি করা যাতে ইভাপারেটর নিমজ্জিত অবস্থায় থাকে। ট্যাংকের ভেতর সমস্ত তরল ঠান্ডা করার জন্য একটি পাখার সাহায্যে নাড়া হয়। পাখাটিকে এজিটের বলে। এজিটের তরলকে কুলিং কয়েলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত করায়। বরফকলে কুলিং কয়েলের সাহায্যে লবণ পানি বা ব্রাইনকে ঠান্ডা করা হয়। লবণ পানি ক্যানের ভেতরের পানির তাপ শোষণ করে আর হিমায়ক কুলিং কয়েলের মাধ্যমে লবণ পানির তাপ শোষণ করে সে তাপ বাতাসে বা পানিতে ছেড়ে দেয়।



চিত্র : ৭.১১ ট্যাংক টাইপ কুলার

১. ওয়ার্ম লিকুইড ইন ২. রেফ্রিজারেন্ট লাইনস ৩. বাফল ৪. কুলিং কয়েল ৫. এজিটর ৬. চিল্ড লিকুইড আউট
ট্যাংক টাইপ কুলার যে কোনো তরল পদার্থ ঠাণ্ডা করার জন্য ব্যবহৃত হতে পারে। ট্যাংক টাইপ কুলার ব্যবহার করে ব্যাপকভাবে ব্যবহার হয়।

শেল অ্যান্ড কয়েল কুলার (Shell and coil type cooler)

শেল অ্যান্ড কয়েল কুলার একটি শেল অ্যান্ড কয়েল কনফিগারেশনের মধ্যে। এতে পাইপের লিকে ফ্লাইয়ের মধ্যে একটি শেল থাকে। শেলের ভিতর একটি কয়েল থাকে। শেলের কেন্দ্রে কয়েল থাকলে তাকে শেল অ্যান্ড কয়েল কুলার বলে। যদি তা কোনো তরল পদার্থ ঠাণ্ডা করার জন্য ব্যবহৃত হয়, তবে শেল অ্যান্ড কয়েল কুলারের কয়েলটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল হিটলারে বসে। এটি সাধারণত দুই টাইপ হয়ে থাকে। কয়েলের বাইরে শেলের ভিতর কোনো তরল পদার্থ ঠাণ্ডা করার লিফিং ব্যবহৃত হয়। শেল অ্যান্ড কয়েল কুলারের সাথে একটি পাম্প থাকে। পাম্প এবং কুলিং ইন্টারফেস চালু করলে কয়েলটি ঠাণ্ডা হয় এবং এর সংস্পর্শে আংশিক তরল ঠাণ্ডা হয়। সাধারণত পাম্প তরল সর্কুলেশন জন্য শেলের পুরো তরল ঠাণ্ডা হয়। যদি শেলটি টিলার হিসেবে কাজ করে তাহলে এটি ফ্লাইড টাইপ হয়ে থাকে। কয়েলের মধ্যে তরল পদার্থ থাকে। একেই কুলারটি এক স্ট্রাক ঠাণ্ডা করে যে, এটি তখন তাৎক্ষণিক কুলার হিসেবে কাজ করে। কিন্তু অসুবিধা এই যে ঠাণ্ডা তরল সর্কুলেশন করা যায় না। আর একটি অসুবিধা হলো কয়েলের মধ্যে জমে যায় এমন তরল ঠাণ্ডা করা যায় না। তবে ৩° সেলসিয়াস ওপরের তাপমাত্রার স্ট্রাক ঠাণ্ডা করা যায়। এটি বিদ্যায় কুলিং-এর জন্য ব্যবহৃত হয়।

শেল অ্যান্ড টিউব কুলার (Shell and tube cooler)

শেল অ্যান্ড টিউব কুলার অধিক দক্ষতাসম্পন্ন এবং সর্বনিম্ন জায়গা দখল করে। রক্ষণাবেক্ষণও খুব সহজ এবং যে কোনো তরল ঠাণ্ডা করার উপযোগী। এসব কারণে শেল অ্যান্ড টিউব কুলার ব্যাপক ব্যবহৃত হয়। শেল অ্যান্ড টিউব কুলারটি দুই বা ফ্লাইড টাইপ হতে পারে। শেলের কেন্দ্রে অসংখ্য সোজা টিউব থাকে। টিউবের কেন্দ্রে

হিমায়ক বা তরল প্রবাহিত হয়। যখন চিলার ফ্লাডেড টাইপ হয়, তখন টিউবের ভেতর দিয়ে তরল প্রবাহিত হয় এবং হিমায়ক শেলের মধ্যে থাকে। টিউবগুলো তরল হিমায়কের মধ্যে ডুবানো থাকে। আর যদি এটি ড্রাই টাইপ হয় তাহলে হিমায়ক টিউবের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং তরল পদার্থ শেলের ভেতর এবং টিউবের বাইরে ঠান্ডা হয়। উভয় ক্ষেত্রেই শেলের সাথে হিমায়ক ও তরলের পাইপ সংযোগ থাকে। চিলারে তরল পদার্থ (চিলার তরল পদার্থ) সঞ্চালনের জন্য একটি সেন্সিটিভিউগাল পাম্প থাকে। শেল অ্যান্ড টিউব চিলারে শেলের ব্যাস ১৫০ মিলিমিটার থেকে ১০৫ মিটার পর্যন্ত হতে পারে। টিউবের সংখ্যা ৫০ থেকে কয়েক হাজার হতে পারে। ড্রাই টাইপ শেলের বেলায় যাতে তরল সরাসরি প্রবাহ করতে না পারে সেজন্য টিউবের ওপর সেগমেন্ট বাফল (Segment baffle) থাকে। টিউবের ব্যাস ১৬ থেকে ৫০ মিলিমিটার এবং লম্বায় ১.৫ থেকে ৬ মিটার হতে পারে। অ্যামোনিয়া হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হলে টিউব স্টিলের তৈরি হয় কিন্তু অন্য যে কোনো হিমায়কের জন্য তামার তৈরি হয়। সাধারণত ড্রাই এক্সপানশন টাইপ চিলার ছোট থেকে মাঝারি ক্ষমতার প্লান্টে ব্যবহৃত হয়। ক্ষমতায় ২ টন থেকে ২৫০ টন হয়। ফ্লাডেড চিলার ক্ষমতায় ১০ টন থেকে কয়েক হাজার টন পর্যন্ত হতে পারে।

স্প্রে টাইপ চিলার (Spray type chiller) :

স্প্রে টাইপ চিলার অনেকটা ফ্লাডেড চিলারের মত। তবে পার্থক্য হলো এখানে শেলের মধ্যে তরল হিমায়ক আলাদা একটি স্প্রেয়ারের মধ্যে স্প্রে করা হয়। একটি পাম্প শেলের তলা থেকে তরল হিমায়ক টেনে শেলের ভিতর উপরের দিকে স্প্রেয়ারে দেয়। স্প্রে নজলগুলো টিউবের ওপর বসানো থাকে। এ ব্যবস্থার ফলে অল্প হিমায়ক ব্যবহার করেও টিউবগুলো সব সময় হিমায়কের সাহায্যে ভিজিয়ে রাখা সম্ভব হয়। স্প্রে টাইপ চিলারের প্রধান সুবিধা হলো- যে কোনো মালামাল দ্রুত ঠান্ডা করা যায়, দক্ষতা বেশি এবং হিমায়ক কম লাগে। অসুবিধা হলো-স্থাপন ব্যয় বেশি এবং একটি আলাদা পাম্প লাগে।

৭.৪ বিভিন্ন ইভাপোরেটরের ব্যবহার ক্ষেত্র

ক)	বেয়ার টিউব	আবাসিক শীতক, ওয়াটার কুলার, আইসক্রিম কেবিনেট, ডিসপেন্স কেস, আইক্রিম ফ্যাক্টরি, আইস প্লান্ট।
খ)	ফিল্ড ইভাপোরেটর	নন-ফ্রস্ট আবাসিক শীতক, উইন্ডো কুলার, ক্রেড স্টোরেজ, ওয়াক ইন কুলার/ফ্রিজার, প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, সিম্পট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার ইত্যাদি।
গ)	প্লেট টাইপ	রেফ্রিজারেটর, চেস্ট ফ্রিজার, আইসক্রিম কেবিনেট, কনট্রোল ফ্রিজার ইত্যাদি।
ঘ)	ফ্রস্টিং কয়েল	হিমঙ্কের নিচে সকল ইভাপোরেটর যেমন : আবাসিক শীতকের ফ্রোজেন ফুড কমপার্টমেন্ট, আইসক্রিম কেবিনেট।
ঙ)	ননফ্রস্টিং কয়েল	হিমঙ্কের উর্ধ্বে ব্যবহৃত ইভাপোরেটর কয়েল যেমন-উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার, সিম্পট টাইপ, প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার।
চ)	ডিফ্রস্টিং কয়েল	নন ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটর, হিমাগারে ব্যবহৃত ফিল্ড কয়েল ইত্যাদি।
জ)	ফ্যান কয়েল ইউনিট	সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট, সেন্ট্রাল প্লান্ট কর্তৃক পরিচালিত হোটেলের ছোট কক্ষের কুলিং ইউনিট।
ঝ)	এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট	চিল্ড ওয়াটার সিস্টেমের এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্টের বড় হল রুমের কুলিং ইউনিট।
ঞ)	এয়ারকন্ডিশনিং প্রেনাম	ডাইরেক্ট এক্সপানশন সিস্টেমের বা হিটিং সিস্টেমের ব্যাংক, অফিস, স্টোর, মার্কেট শীতাতপনিয়ন্ত্রণের জন্য।

প্রশ্নমালা-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. ইভাপোরেটরের কাজ কী?
২. ফ্লাডেড ও ড্রাই টাইপ ইভাপোরেটর বলতে কী বোঝায়?
৩. বেয়ার টিউব ইভাপোরেটর বলতে কী বোঝায়?
৪. ফিল্ড ইভাপোরেটর বলতে কী বোঝায়?
৫. প্লেট ইভাপোরেটর বলতে কী বোঝায়?
৬. ফ্রস্টিং কয়েল/ননফ্রস্টিং কয়েল/ডিফ্রস্টিং কয়েল বলতে কী বোঝায়?
৭. ন্যাচারাল ড্রাফট ও ফোর্স ড্রাফট ইভাপোরেটর বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

২. ইউনিটি কুলার বলতে কী বোঝায়?
৩. ফ্যান কয়েল ইউনিট বলতে কী বোঝায়?
৪. এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট কাকে বলে?
৫. তরল শীতলীকরণ ইভাপোরেটর বলতে কী বোঝায়?
৬. ডাবল পাইপ কুলার বলতে কী বোঝায়?
৭. বোডেলট কুলার বলতে কী বোঝায়?
৮. ট্যাংক টাইপ কুলার বলতে কী বোঝায়?
৯. শেল অ্যান্ড কয়েল কুলার বলতে কী বোঝায়?
১০. শেল অ্যান্ড টিউব চিলার বলতে কী বোঝায়?
১১. স্প্রি টাইপ কুলার বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ইভাপোরেটরের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।
২. চিত্রসহ ফ্লাডেড টাইপ ইভাপোরেটরের বর্ণনা দাও।
৩. চিত্রসহ ড্রাই টাইপ ইভাপোরেটরের বর্ণনা দাও।
৪. চিত্রসহ বেয়ার টাইপ ইভাপোরেটরের বর্ণনা দাও।
৫. চিত্রসহ ফিল্ড টাইপ ইভাপোরেটরের বর্ণনা দাও।
৬. চিত্রসহ প্লেট টাইপ ইভাপোরেটরের বর্ণনা দাও।
৭. ট্যাংক টাইপ কুলারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৮. শেল অ্যান্ড কয়েল কুলারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

৯. শেল অ্যান্ড টিউব চিলারে চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
১০. স্প্রটাইপ চিলারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
১১. বিভিন্ন ধরনের ইভাপোরেটরের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

রেফ্রিজারেশন সাইকেলের যে অংশে তরল রেফ্রিজারেন্ট বাষ্পীভূত হয় তাকে ইভাপোরেটর বলে। অনেকে একে হিট এক্সচেঞ্জার বলে। আবার অনেকে একে বয়লার নামে আখ্যায়িত করে।

১. ইভাপোরেটর কেবিনেটে মাইনাস তাপমাত্রা বজায় থাকা সত্ত্বেও এতে রেফ্রিজারেন্ট বাষ্পীভূত হয় কেন?
২. বাষ্পায়নকালে রেফ্রিজারেন্ট কী তাপ গ্রহণ করে?
৩. একে হিট এক্সচেঞ্জার বলা হয় কেন?
৪. একে বয়লার বলা হয় কেন?
৫. ইভাপোরেটর থেকে তাপ সঞ্চালন হয় কোন কোন পদ্ধতিতে?

অষ্টম অধ্যায়

রেফ্রিজারেটর আনুষঙ্গিক যন্ত্রাংশের পরিচিতি

৮.১ আনুষঙ্গিক যন্ত্রাংশের তালিকা

ক) অয়েল সেপারেটর (Oil separator) খ) ডিহাইড্রেটর বা দ্রায়ার (Dehydrator or drier) গ) লিকুইড ইন্ডিকেটর (Liquid Indicator) ঘ) স্ট্রাইনার (Strainer) ঙ) সাইট গ্লাস (Sight glass) চ) গেজ গ্লাস (Gage Glass) ছ) ফিউসিবল প্লাগ (Fusible plug) জ) সফটি ভালভ (Safety Valve) ঝ) হিট এক্সচেঞ্জার (Heat exchanger) ঞ) অ্যাকুমুলেটর (Accumulator) ট) সার্জ ট্যাংক (Surge Tank) ঠ) বাইপাস ভালভ (Bypass Valve) ড) সলিনয়েড ভালভ (Solenoid Valve) ঢ) পার্জার (Purger) প) প্রেসার কট আউট (Pressure cut out) ত) রিসিভার (Receiver) থ) ভাইব্রেশন ডেম্পার (Vibration) দ) চেক ভালভ (Check Valve) ধ) হ্যান্ড শাট অফ ভালভ (Hand shut off Valve) ন) ফ্লাশ চেম্বার (Flash chamber) ণ) লোডার আনলোডার (Loader unloader) ব) ব্যাক প্রেসার রেগুলেটিং ভালভ (Back pressure regulating valve) ঝ) ক্র্যাঙ্ককেইস প্রেসার রেগুলেটর (Crankcase Pressure regulator) ড) বাইপাস রেগুলেটর (Bypass Regulator) য) সার্ভিস ভালভ (Service Valve) র) স্যাডার ভালভ (Schrader Valve) র) মেরেটর-লিকুইড ইন্ডিকেটর

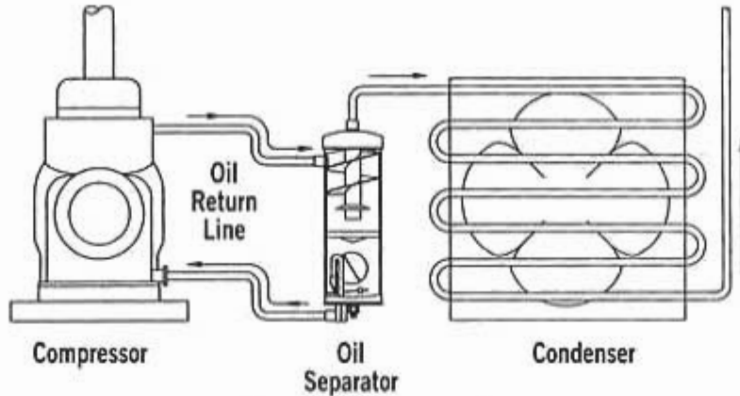
৮.২ আনুষঙ্গিক যন্ত্রাংশের বর্ণনা অয়েল সেপারেটর (Oil Separator)

১. অয়েল রিটার্ন লাইন

২. কমপ্রেসর

৩. অয়েল সেপারেটর

৪. কনডেনসার



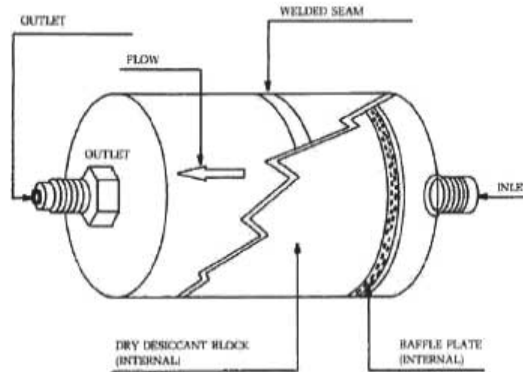
চিত্র : ৮.১ অয়েল সেপারেটর

কমপ্রেসর চলাকালীন তার ডিসচার্জ লাইনে রেফ্রিজারেটর সাথে কিছু কমপ্রেসর অয়েল চলে যায়। রেফ্রিজারেট থেকে তেলকে পৃথক করার জন্যই কমপ্রেসরের ডিসচার্জ লাইনে কনডেনসারে আগে অয়েল সেপারেটর বসানো হয়। কমপ্রেসর অয়েল কনডেনসারে যাওয়ার পূর্বেই পৃথক করা দরকার হয়। সেজন্য কমপ্রেসর ও কনডেনসারের মাঝে অয়েল সেপারেটর

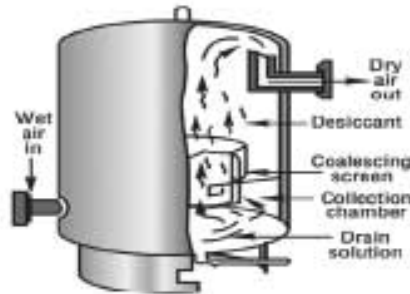
বসানো হয়। সাধারণত বড় ধরনের রেফ্রিজারেশন প্লান্টে অয়েল সেপারেটর থাকে। অয়েল সেপারেটরে সঞ্চিত অয়েল কমপ্রেসরে ফেরত আসার ব্যবস্থা থাকে। রেফ্রিজারেন্ট থেকে অয়েল ভারী তাই অয়েল সেপারেটরে গেলে নিজেই ওজনের কারণে সেপারেটরের নিচে জমা হয়।

ডিহাইড্রেটর বা ড্রায়ার (Dehydrator or drier)

রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ময়লা, জলীয়কণা দূর করার জন্য ড্রায়ার ব্যবহার করা হয়। রেফ্রিজারেশন সাইকেলে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার আগে সিস্টেম ক্লিশ এবং ভ্যাকুয়াম করে নেওয়া হয় যাতে এর ভেতরে কোনো ময়লা বা জলীয় বাষ্প বা পানির কণা থাকতে না পারে। ময়লা এক্সপানশন ভিভাইসে গেলে সেখানে দ্বিপদ বন্ধ করে দিতে পারে। পানির কণা যদি ইভাপোরেটরের ভেতরে বা কাছাকাছি অংশে এক্সপানশন ভিভাইসে বরফ জমে তাহলে ওই পথ বন্ধ করে দিতে পারে। উভয় অবস্থাকেই চোকিং বলে। চোকিং হলে রেফ্রিজারেশন সাইকেলে রেফ্রিজারেন্ট সঞ্চালিত হতে পারে না। অর্থাৎ রেফ্রিজারেশন ইকুইপমেন্ট বিকল হয়ে যায়। তা ছাড়া পানির অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন কমপ্রেসরে R-12, R-134a সিস্টেমে রেফ্রিজারেন্টের সাথে মিশ্রিত হয়ে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে তৈরি করে এর বিভিন্ন অংশ ক্ষয় করে। হারমেটিক কমপ্রেসরের মোটরের বার্নিশ ক্ষয় করে কেলে, কলে মোটর জ্বলে যায়। পানি অয়েলের সাথে মিশ্রিত হয়ে সাজ তৈরি করে অয়েলের গুণাগুণ নষ্ট করে কেলে। কলে কমপ্রেসন উত্তপ্ত হয়ে বিকল হয়ে যেতে পারে। সিস্টেমে কোনো কারণে সামান্য পরিমাণ ময়লা বা জলীয় বাষ্প থেকে গেলে এক্সপানশন ভিভাইসে ওই ময়লা বা পানির কণা যাতে না যেতে পারে তার জন্য লিকুইড লাইনে ডিহাইড্রেটর বা ড্রায়ার ব্যবহার করা হয়। ড্রায়ার দুই পাশে দুটি ফিল্টারিং প্যাড থাকে বা ময়লাকে আটকে রাখে এবং দুই প্যাডের মাঝে জলীয় বাষ্প শোষণকারী



চিত্র : ৮.২ লিকুইড লাইন ফিল্টার ড্রায়ার



চিত্র : ৮.৩ ডিহাইড্রেটর বা কিস্টার দ্বারা শুষ্ক হওয়া বায়ু

প্রাথমিক পর্যায়ে কিস্টারটি থাকে। কিস্টারটি হিসাবে কিস্টারের, অ্যাকসেসরিজের, মালিকানাধীন লিফ ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। দ্রাঘতায় আকার নির্ভর করে কিস্টারের কক্ষ ৩ পরিমাণ, কিস্টারের কক্ষের কক্ষ, লাইনের আকার এবং দ্রাঘতায় কী পরিমাণ হোস্টের দ্রাঘতায় অনুমোদন করা যায় তার উপর।

কম্প্রেশন-লিকুইড ইন্ডিকেটর (Moisture liquid indicator)

কম্প্রেশন-লিকুইড ইন্ডিকেটর একটি কন্ট্রোল গ্লাস (Glass eye) যা লিকুইড লাইট কম্প্রেশনের অথবা কিস্টার এবং প্রাপ্তিগত কিস্টারের মাধ্যমে কন্ট্রোল থাকে। কিস্টারে পর্যাপ্ত চার্জ আছে কিনা বা কোনো জলীয় কণা আছে কিনা তা বুঝতে এ যন্ত্রটি টেকনিসিয়ানকে সাহায্য করে। কিস্টারের কক্ষ বা কন্ট্রোল লিকুইড কিস্টারের সাথে কন্ট্রোল দেখা যায়। অতিরিক্ত চার্জ (over charge) এ ইন্ডিকেটর নির্দেশ করে না।



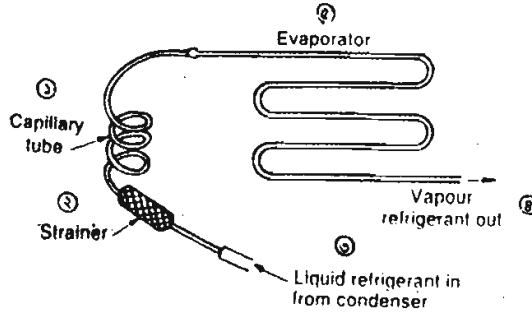
চিত্র : ৮.৪ কম্প্রেশন লিকুইড ইন্ডিকেটর

কিস্টারে কোনো কম্প্রেশন বা প্রাপ্তিগত মাধ্যমটি স্ট্রেট লিকুইড হতে দেখায়। কম্প্রেশন বা প্রাপ্তিগত মাধ্যমের সঙ্গে সঙ্গে এম হতে লিকুইড থেকে কন্ট্রোল লিকুইড হতে থাকে। কন্ট্রোল মাধ্যমের সঙ্গে সম্পূর্ণ লিকুইড হতে যায় তখন বুঝতে হবে কিস্টারে প্রাপ্তিগত জলীয় কণা আছে। এ অবস্থায় কিস্টারকে কন্ট্রোল স্ট্রেট থেকে কন্ট্রোল কন্ট্রোল জলীয় কণা মুক্ত করতে হবে।

স্ট্রেইনার বা দ্রাঘতায় স্ট্রেইনার (Strainer or drier strainer)

রেফ্রিজারেশন সাইকেলে এক্সপানশন ডিভাইস হিসেবে যদি ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহার করা হয় তাহলে তার পূর্বে একটি অতি উন্নতমানের ফিল্টার দরকার হয়। ক্যাপিলারি টিউবের ছিদ্র চিকন হওয়ায় ভালো ফিল্টার এবং জলীয় কণা শোষণ করার জন্য শোষণকারী পদার্থ দরকার হয়। এ দুটি কাজ করে (ফিল্টারিং ও ড্রায়িং) স্ট্রেইনার ড্রায়ার বা ফিল্টার ড্রায়ার। শুধু ফিল্টারিং-এর কাজ করলে তাকে স্ট্রেইনার বা ফিল্টার বলে। এগুলো সাধারণত ওয়েল্ডিং বা ব্রেজিং করে স্থাপন করা হয়।

১. ক্যাপিলারি টিউব ২. স্ট্রেইনার ৩. লিকুইড রেফ্রিজারেন্ট ইন ফ্রম কনডেনসার ভেপার ৪. রেফ্রিজারেন্ট আউট ৫. ইভাপারেটর

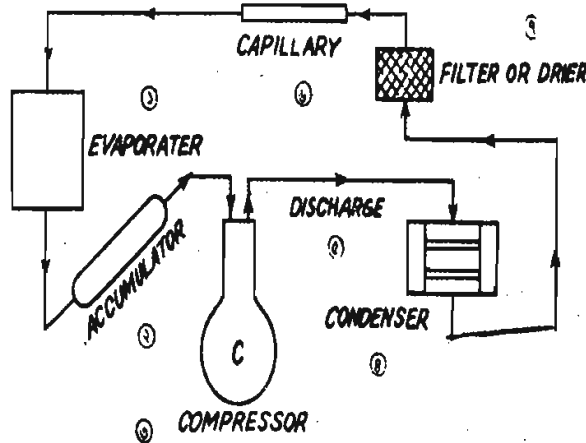


চিত্র : ৮.৫ ক্যাপিলারি টিউবের সাথে স্ট্রেইনার সংযোগ

অ্যাকুমুলেটর (Accumulator)

অ্যাকুমুলেটরের আভিধানিক অর্থ সঞ্চয়কারী। এটি রেফ্রিজারেশন সাইকেলে কমপ্রেসরের একটি সেফটি ডিভাইস। রেফ্রিজারেশন সাইকেলে ইভাপারেটরের পরে এবং কমপ্রেসরের আগে এর অবস্থান। তরল হিমায়ক যাতে কমপ্রেসরে যেতে না পারে সে জন্য সাকশন লাইনে অ্যাকুমুলেটর ব্যবহৃত হয়। ইভাপারেটর থেকে

১. ইভাপারেটর ২. অ্যাকুমুলেটর ৩. কমপ্রেসর ৪. কনডেনসার ৫. ডিসচার্জ ৬. ক্যাপিলারি ৭. ফিল্টার অর ড্রায়ার

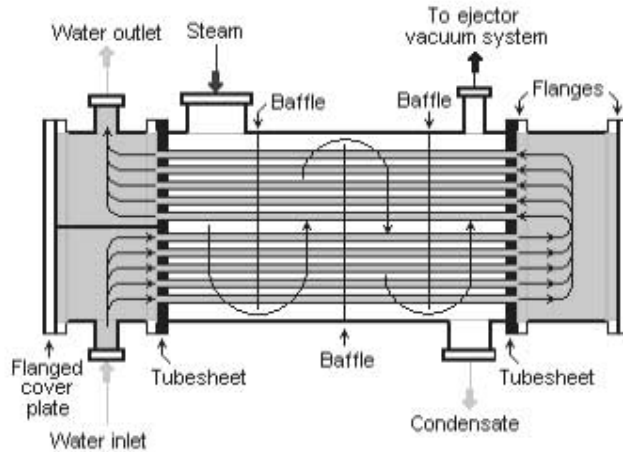


চিত্র : ৮.৬ রেফ্রিজারেশন সাইকেলে অ্যাকুমুলেটরের অবস্থান

বাস্পীয় রেফ্রিজারেন্টের সাথে তরল রেফ্রিজারেন্ট কমপ্রেসরে আসলে তরল সংকোচনকালে কমপ্রেসরের ভালভ নষ্ট হয়ে যেতে পারে। বাস্পীয় রেফ্রিজারেন্টের সাথে তরল রেফ্রিজারেন্ট অ্যাকুমুলেটর আসলে তরল সংকোচনকালে কমপ্রেসরের

ভালত নষ্ট হয়ে যেতে পারে। বাষ্পীয় রেফ্রিজারেটের সাথে তরল রেফ্রিজারেট অ্যাকুমুলেটর আসলে তরল অংশ ভারী বলে অ্যাকুমুলেটরে থেকে যায় এবং বাষ্পীয় অংশ ইভাপোরেটরে চলে যায়।

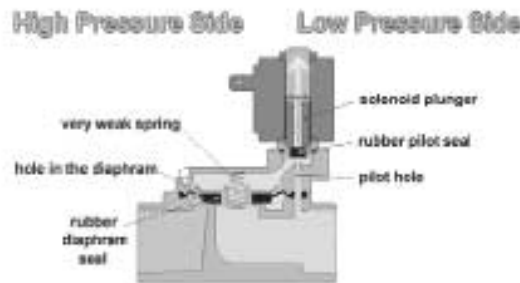
হিট এক্সচেঞ্জার (Heat Exchanger): হিট এক্সচেঞ্জার কলকে তরল ও বাষ্পীয় রেফ্রিজারেট এর মধ্যে তাপ বিনিময়কারী অংশকে বোঝানো হয়। পূর্বে ব্যবহৃত রেফ্রিজারেটের রেফ্রিজারেশন সাইকেলে সাকশন লাইন এবং ক্যাপিলারি টিউব পরস্পর জড়ানো থাকে। এটি একটি হিট এক্সচেঞ্জার হিসেবে কাজ করে। এখানে সাকশন লাইনের চেয়ে ক্যাপিলারি টিউব অপেক্ষাকৃত গরম হওয়ার ক্যাপিলারি টিউব থেকে সাকশন লাইন ক্যাপিলারি টিউব থেকে তাপ শোষণ করবে এবং তাপ বর্জন করে ক্যাপিলারি টিউব শীতল হবে। রেফ্রিজারেটের যে চাপ ঘাটতি (Pressure drop) হয় তাতে ক্যাপিলারি টিউবের শেষ অংশে উল্লেখযোগ্য পরিমাণ রেফ্রিজারেট বাষ্পে পরিণত হয় বা ইভাপোরেটরে গেলে কোনো সূক্ষ্ম তাপ গ্রহণ করবে না বলে ইভাপোরেটর থেকে কম ঠান্ডা পাওয়া বাবে। তাই ক্যাপিলারি টিউব ঠান্ডা করে এর মধ্যে বাষ্পায়ন ঘটান পরিমাণ কমিয়ে অধিক তরল ইভাপোরেটরে প্রেরণ করা হয়। অন্যদিকে সাকশন লাইন ক্যাপিলারি টিউব থেকে তাপ শোষণ করে কিছুটা গরম হওয়ার ফলে দাম বা সুরেটিং (Sweating) বা ত্ববার দ্রুত রাখা যায়। উল্লেখ্য, সব ধরনের রেফ্রিজারেট এবং রেফ্রিজারেটিং সাইকেলে হিট এক্সচেঞ্জার ব্যবহার করা যায় না। যেমন R-22 ব্যবহৃত রুম এয়ারকুলারের সাকশন লাইন বা ক্যাপিলারি টিউব ডিসচার্জ লাইনের সঙ্গে মিলিয়ে হিট এক্সচেঞ্জার তৈরি করলে সাকশন ভলিউম এবং পাওয়ার খরচ বেশি বেড়ে বাবে।



চিত্র : ৮.৭ হিট এক্সচেঞ্জার

সার্জ ট্যাংক/ড্রাম (Surge tank/drum)

সার্জ ট্যাংক/ড্রামের রেফ্রিজারেশন সাইকেলে সাকশন লাইনের সাথে সংযুক্ত এবং সাকশন লাইনের ওপরে সার্জ ট্যাংক বসানো হয় যাতে চাপের সাহায্যে নিরব্রিত কমপ্রেসর মোটর ঘন ঘন বন্ধ বা চালু না হয়। দুটি ইভাপোরেটর এর একটিতে যদি রেফ্রিজারেট প্রবাহ বন্ধ থাকে তাহলে সাকশন লাইনের চাপ দ্রুত কমে যায়, এতে লো প্রেসার কাট আউট মোটরকে বন্ধ করে দেয়। কিছুকণের মধ্যেই চাপ বৃদ্ধিতে লো প্রেসার কাট আউট সংযোগ প্রদান করে। ফলে মোটর খুব ঘন ঘন চালু ও বন্ধ হয়। শীতাতপনিয়ন্ত্রণে যদি হিয়ারম বন্ধ দিয়ে পানিকে শীতল করা হয় সেক্ষেত্রে চিন্তা গুরুত্বপূর্ণ পাশ্চাত্য দেশগুলোর সময় কমপ্রেসার বন্ধ হলে সাকশন লাইনে চাপ দ্রুত বৃদ্ধি পায় ফলে বন্ধ হওয়ার পর কিছুকণের মধ্যেই মোটর আবার চালু হয়।



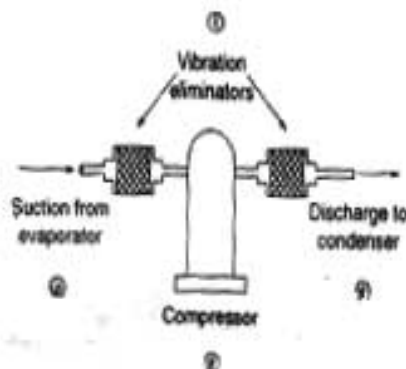
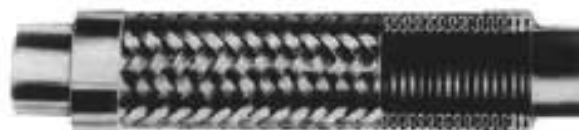
চিত্র : ৮.১০ অটোমেটিক পার্জার

থাকে তা বেশ কয়েক সেকন্ডার জন্য পার্জার ব্যবহার করা হয়। সিস্টেমে বাতাস থাকলে তা কম্পেনসার ও রিসির্চারের তথ্যের অগ্রণ থাকে। এ দুটি থেকে বাতাস বের করার জন্য অটোমেটিক পার্জার ব্যবহৃত হয়।

অভিভ্রাশন ইলিমিনেটর (Vibration Eliminator)

সিস্টেম চলাকালীন কিছু শব্দ এবং কম্পন উৎপন্ন হয় যা রিসির্চার ও সাকশন লাইনের লিক সূচি করতে পারে। এ ক্ষেত্রে সাকশন ও রিসির্চার লাইনে অভিভ্রাশন ইলিমিনেটর ব্যবহার করা হয়। এতে কম্পন এবং শব্দ উভয়ই নিয়ন্ত্রণে আসে এবং ফ্রাইটের গুণগতমানের আয়ু বাড়ে।

১. স্ট্যান্ডার্ড অভিভ্রাশন ইলিমিনেটর
২. অভিভ্রাশন ইলিমিনেটর
৩. সাকশন ব্রাস ইন্ডাপোরেটর
৪. কম্পেনসার
৫. রিসির্চার ই



চিত্র : ৮.১১ অভিভ্রাশন ইলিমিনেটর

সার্ভিস ভালভ (Service valve):

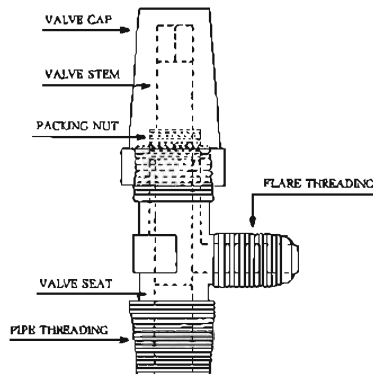
ওপেন টাইপ কমপ্রেসর ও রিসিভারে তিন সিট বিশিষ্ট সার্ভিস ভালভ থাকে। সার্ভিসিং-এর কাজে এগুলো ব্যবহার করা যায়। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে কোনো ত্রুটি দেখা দিলে সার্ভিস ভালভ ব্যবহার করে রিসিভারে সম্পূর্ণ রেফ্রিজারেন্ট জমা রেখে সার্ভিসিং বা মেরামতকাজ সম্পন্ন করে ওই রেফ্রিজারেট পুনরায় ব্যবহার করা যায়।

ভালভের প্রধান পথটি কমপ্রেসর বা রিসিভারের সঙ্গে লাগানো থাকে। একটি পথ রেফ্রিজারেট লাইনের সাথে এবং অপরটি সার্ভিস পোর্ট হিসেবে কাজ করে। যেখানে গেজ লাগিয়ে সিস্টেমের চাপ দেখা যায়। সার্ভিস পোর্টে ডেড ক্যাপ লাগিয়ে আটকিয়ে রাখা হয়। ভালভ সিল ক্যাপ বা থ্রোটেকটিভ ক্যাপ খুলে ভালভ স্টেমে ভালভ কি (Key) বা রেসেট কি লাগিয়ে ভালভ স্টেম ঘুরিয়ে ক্রস সিট ও ব্যাক সিটের মাঝামাঝি রাখলে তাকে মিড পজিশন বা ইন্টারমিডিয়েট পজিশন বলে। ছেদিত দৃশ্য ভালভ ইন্টারমিডিয়েট পজিশনে আছে।

সার্ভিস ভালভ(Service Valve):

চিত্র : ৮.১৩ সার্ভিস ভালভের বিভিন্ন অংশ

১. সার্ভিস পোর্ট ২. রেফ্রিজারেট গেজ লাইন ৩. ক্রস অ্যাঙ্গেলে সার্ভিস ভালভ ৪. কমপ্রেসর ৫. থ্রোটেকটিভ ক্যাপ



চিত্র : ৮.১৪ সার্ভিস ভালভের ছেদিত দৃশ্য

স্ক্র্যাডার ভালভ(Schrader Valve)

স্ক্র্যাডার ভালভ একটি স্পিং লোডেড নন রিটার্ন ভালভ। এটি মোটরযানের হিমায়ন চক্রে সাকশন ও ডিসচার্জ সাইডে লাগানো থাকে গেজ সংযোগ অথবা রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার জন্য। সিলড টাইপ কমপ্রেসরের প্রেসেস টিউবে এ ভালভ সংযোগ করে নিলে সার্ভিসিং কাজে প্রেসেস টিউব বার বার ওপেন ও সিল করার প্রয়োজন হয় না। চার্জিং হোজ এর যে প্রান্তে ডিপ্রেসর বা পিন থাকে সে প্রান্তে কাপলার লাগিয়ে দিয়েই স্ক্র্যাডার ভালভ খুলে যায় এবং কাপলার খুলে দিলে ভালভ বন্ধ হয়ে যায়। সার্ভিসিং কাজ শেষ হলে স্ক্র্যাডার ভালভে ওরিংসহ ডেড ক্যাপ লাগিয়ে দিলে রেফ্রিজারেন্ট লিক করে না।

৮.৩ আনুষঙ্গিক যন্ত্রাংশের ব্যবহার ক্ষেত্র

অয়েল সেপারেটর : অতি নিম্ন তাপমাত্রার প্লান্ট এবং বড় এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্টে (১৫০ টন ক্ষমতা পর্যন্ত) অনেক ডিজাইন ইঞ্জিনিয়ার অপারেশনকালে কমপ্রেসরে তেলের লেভেল ঠিক রাখার জন্য অয়েল সেপারেটর ব্যবহার করে থাকেন।

ডিহাইড্রেটর/ড্রায়ার

সিস্টেমে অনাকাঙ্ক্ষিতভাবে যে জলীয় কণা (Moisture) থাকে তা শোষণ করে রাখে। সিস্টেম চালু রাখার জন্য ডিহাইড্রেটর বা ড্রায়ার ছোট-বড় সকল ধরনের রেফ্রিজারেটিং ইকুইপমেন্টে ব্যবহার করা হয়। প্রায় সব ধরনের হিমায়ন যন্ত্রে লিকুইড লাইনে ডিহাইড্রেটর বা ড্রায়ার ব্যবহার করা হয়। কোনো কোনো ইকুইপমেন্টে সাকশন লাইনেও সাকশন লাইন ফিল্টার ড্রায়ার ব্যবহার করা হয়। সে ক্ষেত্রে খুব বেশি পর্যবেক্ষণ-এর প্রয়োজন হয়। কারণ 5PSI চাপ ঘাটতি হলে সাকশন লাইন ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তন করতে হয়।

ময়েচার লিকুইড ইনডিকেটর

রেফ্রিজারেন্ট চার্জ কন্ডিশন ঠিক আছে কিনা এবং সিস্টেমে ময়েচার আছে কিনা তা দেখার জন্য মাঝারি থেকে বড় সকল ধরনের হিমায়ন যন্ত্রে কনডেনসার বা রিসিভার এবং এক্সপানশন ভিভাইজের মাঝে ময়েচারার লিকুইড ইনডিকেটর ব্যবহার করা হয়।

স্ট্রেইনার ডায়ার বা স্ট্রেইনার

এক্সপানশন ভিভাইস হিসেবে যে সকল ছোট হিমায়ন যন্ত্রে ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহার করা হয় তাতে ময়লা আটকানোর জন্য ক্যাপিলারির প্রথম মাথায় স্ট্রেইনার ব্যবহার করা হয়। আর স্ট্রেইনারের সাথে জলীয় কণা শোষণকারী পদার্থ থাকলে তাকে স্ট্রেইনার ড্রায়ার বা ফিল্টার ড্রায়ার বলে। এটিও ক্যাপিলারির প্রথম মাথায় অবস্থান করে।

অ্যাকুমুলেটর

যে সমস্ত সিস্টেমে এক্সপানশন ভিভাইসের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ খুব বেশি সূক্ষ্ম নয়। সে সকল হিমায়ন যন্ত্রে ইভাপোরেটর এবং কমপ্রেসরের মাঝে তরল রেফ্রিজারেন্টকে ধরে রাখার জন্য অ্যাকুমুলেটর ব্যবহার করা হয়। এটি ছোট বড় সকল ধরনের হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়।

হিট এক্সচেইঞ্জার

হিমায়ন যন্ত্রের শীত করার ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য সাকশন ও ডিসচার্জ লাইন বা ক্যাপিলারি টিউব একত্রে জড়িয়ে দুইয়ের মধ্যে তাপ বিনিময় ঘটানো হয়। ফ্রিজ থেকে শুরু করে বড় প্লান্টেও এটি ব্যবহার করা হয়। বড় প্লান্টে হিট এক্সচেইঞ্জারের জন্য পৃথক চেম্বার ব্যবহার করতে হয়।

সার্জ ট্যাংক/ড্রাম

মাল্টি টেম্পারেচার বিশিষ্ট হিমায়ন চক্রে সাকশন লাইনের সাথে এবং সাকশন লাইনের ওপরে সার্জ ট্যাংক/ড্রাম ব্যবহার করা হয় যাতে চাপের সাহায্যে নিয়ন্ত্রিত কমপ্রেসর মোটর ঘন ঘন বন্ধ বা চালু না হয়।

সলিনয়েড ভালভ

রেফ্রিজারেশন সাইকেল স্বয়ংক্রিয়ভাবে খোলা বা বন্ধ করার জন্য লিকুইড লাইনে সলিনয়েড ভালভ ব্যবহার করা হয়। তা ছাড়া মাল্টিপল ইভাপোরেটরে রেফ্রিজারেটের প্রবাহ বন্ধ করতেও সলিনয়েড ভালভ ব্যবহৃত হয়। এ ক্ষেত্রে সলিনয়েড ভালভ লিকুইড লাইনে বসানো থাকে, থার্মোস্ট্যাট দিয়ে সলিনয়েড ভালভ নিয়ন্ত্রিত হয়।

পার্জার

বড় রেফ্রিজারেশন প্ল্যান্টে রেফ্রিজারেশন সাইকেলে বাতাস থাকলে তা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বের করার জন্য পার্জার ব্যবহার করা হয়।

ভাইব্রেশন ইলিমিনিটর :

প্লান্ট চলার সময় সাকশন ও ডিসচার্জ লাইনের শব্দ ও কম্পন কমানোর জন্য ভাইব্রেশন ইলিমিনিটর বা ভাইব্রেশন ডাম্পার ব্যবহার করা হয়।

বড় কমপ্রেসারে বিশেষ করে ওপেন টাইপ কমপ্রেসার ব্যবহৃত রেফ্রিজারেশন সাইকেলে কমপ্রেসরের সাকশন ও ডিসচার্জ পোর্টে এবং রিসিভারের ওপরে সার্ভিস ভালভ ব্যবহার করা যায়। সার্ভিসিং কাজের সময় সমস্ত হিমায়ক রিসিভারে জমা রাখা যায়। তা ছাড়া সার্ভিস ভালভ ব্যবহার করে সিস্টেমের কমপ্রেসর দিয়ে সিস্টেম সেলফ ভ্যাকুয়াম করা যায়। যদিও এ কাজটিতে কমপ্রেসরের অনেক ক্ষতি হয়। এক কথায় এটি বিধি বহির্ভূতকাজ।

চেক ভালভ : চেক ভালভ একটি একমুখী ভালভ। রেফ্রিজারেশন সাইকেলের কমপ্রেসরের সাকশন ও ডিসচার্জ পোর্টে এবং রিসিভারের ওপরে সার্ভিস ভালভ ব্যবহৃত হয়। মাল্টিপল টেম্পারেচার ইউনিটে এবং হট গ্যাস ডিফ্রস্টিং করার জন্য একমুখী প্রবাহ দরকার হয়।

ক্র্যাংককেস প্রেসার রেগুলেটর : এটি সাকশন লাইনে কমপ্রেসরের কিছুটা আগে বসানো থাকে। এটি ব্যবহারের প্রধান উদ্দেশ্য হলো হাই সাকশন প্রেসারের হাত থেকে মোটরকে রক্ষা করা।

বাইপাস রেগুলেটর : উত্তপ্ত রেফ্রিজারেট দিয়ে কুলিং কয়েল বা ইভাপোরেটরের বরফ স্বয়ংক্রিয়ভাবে গলানোর জন্য বাইপাস রেগুলেটর ব্যবহার করা হয়।

প্রেসার রিলিফ ভালভ : রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের প্রেসার কোনো কারণে অতি মাত্রায় বেড়ে বিস্ফোরণ ঘটতে পারে। অস্বাভাবিক চাপের ফলে যাতে কোনো বিপদ না ঘটে সেজন্য কমপ্রেসরের ডিসচার্জ পোর্ট, কনডেনসর বা রিসিভারের ওপরে প্রেসার রিলিফ ভালভ বসানো থাকে। ফিউজয়েবল পরাগ এক ধরনের প্রেসার রিলিফ ভালভ।

প্রশ্নমালা-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. অয়েল সেপারেটরের কাজ কী?
২. ডি-হাইড্রেটর বা ড্রায়ারের কাজ কী?
৩. স্ট্রেইনার ও ড্রায়ারের মধ্যে পার্থক্য কী?
৪. ডিসিক্যান্ট কী?
৫. ময়েশচার-লিকুইড ইনডিকেটরের কাজ কী?
৬. অ্যাকুমুলেটরের কাজ কী?
৭. হিট এক্সচেইঞ্জারের কাজ কী?
৮. সার্জ ট্যাংক বা ড্রাম-এর কাজ কী?
৯. সলিনয়েড ভালভ-এর কাজ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১০. পার্জারের কাজ কী?
১১. ভাইব্রেশন ইলিমিনেটরের কাজ কী?
১২. সার্ভিস ভালভের কাজ কী?
১৩. ফ্ল্যাডার ভালভের কাজ কী?
১৪. চেক ভালভের কাজ কী?
১৫. ক্র্যাংককেইস প্রেসার রেগুলেটরের কাজ কী?
১৬. বাইপাস রেগুলেটরের কাজ কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. চিত্রসহ অয়েল সেপারেটরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২. ডি-হাইড্রেটর বা ড্রায়ারের ছেদিত দৃশ্য অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩. চিত্রসহ ময়েশচার-লিকুইড ইনডিকেটরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪. হিমায়ন চক্রে অ্যাকুমুলেটরের অবস্থান দেখিয়ে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৫. চিত্রসহ হিট এক্সচেইঞ্জারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৬. চিত্রসহ সার্জ ট্যাংকের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৭. চিত্রসহ সলিনয়েড ভালভ এর-কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৮. চিত্রসহ ভাইব্রেশন ইলিমিনেটরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৯. চিত্রসহ সার্ভিস ভালভের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
১০. চিত্রসহ ফ্ল্যাডার ভালভের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন : নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সাইকেলের মৌলিক অংশ চারটি। ডমেস্টিক ইউনিটে আরও কয়েকটি উপাংশ সংযুক্ত থাকে। কমার্শিয়াল এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইউনিটে অনেক উপাংশ সংযুক্ত থাকে।

১. ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সাইকেলের মৌলিক অংশ বলতে কী বোঝায়?
২. ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সাইকেলের মৌলিক অংশগুলোর নাম লেখ।
৩. ডমেস্টিক রেফ্রিজারেশনের মৌলিক অংশের অতিরিক্ত কী কী অংশ ব্যবহৃত হয়?
৪. মৌলিক অংশের অতিরিক্ত অংশ ব্যবহারের কারণ কী?
৫. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইউনিটে মৌলিক অংশের অতিরিক্ত যে সকল অংশ ব্যবহৃত হয় তাদের মধ্যে ছয়টির নাম লেখ।

নবম অধ্যায়
রেফ্রিজারেন্ট
(Refrigerant)

৯.১ রেফ্রিজারেন্ট বা হিমায়কের সংজ্ঞা

হিমায়ন প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত কার্যনির্বাহক বস্তুকে হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট বলে। রেফ্রিজারেন্ট এক প্রকার ফ্লুইড। বাষ্প সংকোচন হিমায়ন চক্রে এটি কম উষ্ণতা ও কম চাপে বাষ্পায়নকালে ইভাপারেটর থেকে তাপ শোষণ করে এবং অধিক চাপে ও উষ্ণতায় কনডেনসারে ঘনীভবনকালে তাপ বর্জন করে।

রেফ্রিজারেন্ট প্রধানত দুই প্রকার। যথা:

১. প্রাইমারি রেফ্রিজারেন্ট (Primary Refrigerant)
২. সেকেন্ডারি রেফ্রিজারেন্ট (Secondary Refrigerant)

১. প্রাইমারি রেফ্রিজারেন্ট : যে রেফ্রিজারেন্ট অবস্থার পরিবর্তনের মাধ্যমে হিমায়ন চক্রে তাপ স্থানান্তর করে তাকে প্রাইমারি রেফ্রিজারেন্ট বলে। যেমন : CFC-12, HCFC-22 HFC-134a, HC-600a ইত্যাদি।

২. সেকেন্ডারি রেফ্রিজারেন্ট : যে রেফ্রিজারেন্ট তাপমাত্রার পরিবর্তনের মাধ্যমে হিমায়ন পদ্ধতিতে তাপ স্থানান্তর করে তাকে সেকেন্ডারি রেফ্রিজারেন্ট বলে।

যেমন : ব্রাইন (লবণ ও পানির মিশ্রণ), পানি, বাতাস ইত্যাদি।



চিত্র : ৯.১ হিমায়িত রেফ্রিজারেন্ট

৯.২ আদর্শ রেফ্রিজারেন্টের গুণাবলি

১. নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক
২. উচ্চ ত্রিটিক্যাল তাপমাত্রা
৩. অধিক বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ
৪. তরলের আপেক্ষিক তাপ কম

৫. বাষ্পের আপেক্ষিক আয়তন কম
৬. ধাতব পদার্থকে ক্ষয় করবে না
৭. অদাহ্য ও অবিস্ফোরক (Non flammable & Non explosive)
৮. অবিষাক্ত (Non toxic)
৯. ঘনীভূত চাপ মধ্যম
১০. গন্ধ ও উপযুক্ত ইনডিকেটরের সাহায্যে লিক শনাক্ত করা সহজ
১১. কমপ্রেসর অয়েলের সাথে ভালোভাবে মিশবে
১২. পরিবেশবান্ধব

৯.৩. অধিক ব্যবহৃত রেফ্রিজারেন্টের তালিকা

CFC- ক্লোরোফ্লোরো কার্বন গোত্রের রেফ্রিজারেন্ট

রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার	রাসায়নিক ফর্মুলা	রাসায়নিক নাম
R-11	CCl_3F	ট্রাই ক্লোরো-মনো ফ্লোরো মিথেন
R-12	CCl_2F_2	ডাই ক্লোরো-ডাই ফ্লোরো মিথেন

HCFC-হাইড্রো ক্লোরোফ্লোরো কার্বন গোত্রের রেফ্রিজারেন্ট

R-22	CHClF_2	মনো ক্লোরো ডাই-ফ্লোরো মিথেন
------	------------------	-----------------------------

HFC-হাইড্রোফ্লোরো কার্বন গোত্রের রেফ্রিজারেন্ট

R-134a	$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$	ডেট্রাফ্লোরো ইথেন
--------	----------------------------------	-------------------

HC-হাইড্রো কার্বন গোত্রের রেফ্রিজারেন্ট

রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার	রাসায়নিক ফর্মুলা	রাসায়নিক নাম
R-290	C_3H_8	প্রোপেন
R-600a	C_4H_{10} or $\text{CH}(\text{CH}_3)_3$	আইসো বিউটেন

HC blend - গোত্রের রেফ্রিজারেন্ট

রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার	রাসায়নিক ফর্মুলা	রাসায়নিক নাম
R-290+R-600a	$\text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_4\text{H}_{10}$ 50%+50%	প্রোপেন ও আইসো বিউটেন-এর মিশ্রণ (৫০%৫০%৫০)

Azeotropic-রেফ্রিজারেন্ট (দুটি রেফ্রিজারেন্ট মিশ্রণ)

R-502	R-22+R-115	(৪৮.৮%৫১.২% ভরের দিক থেকে)
-------	------------	----------------------------

Zeotropic-রেফ্রিজারেন্ট (তিনটি রেফ্রিজারেন্ট মিশ্রণ)

R-404A	R-125+R-143a+R-134a	(৪৪%+৫২%+৪%)
R-407C	R-32+R-125+R-134a	২৩%+২৫%+৫২%)

Inorganic Refrigerant (অজৈব রাসায়নিক পদার্থ)

রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার	রাসায়নিক ফর্মুলা	রাসায়নিক নাম
R-717	NH ₃	অ্যামোনিয়া
R-718	N ₂ O	পানি

৯.৪ বিভিন্ন প্রকার রেফ্রিজারেন্ট -এর বর্ণনা :

ক) R-22 উইডো ও স্পিলট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে বহুল ব্যবহৃত একটি রেফ্রিজারেন্ট। এটি রংহীন, গন্ধহীন, অবিষাক্ত, অদাহ্য ও অবিষ্ফোরক। -15⁰C তাপমাত্রায় এর সুগুতাপ 216.5KJ/Kg। এটিও ওজোন স্তরের ক্ষয় করে বলে উন্নত দেশে এর ব্যবহার বন্ধ হয়ে গেছে। আমাদের দেশের মতো উন্নয়নশীল দেশসমূহের জন্য এর ব্যবহার ২০৩০ সাল পর্যন্ত ধার্য করা হয়েছে।

খ) R-134a : এটি ক্লোরিনমুক্ত রেফ্রিজারেন্ট যা R-12 এর বিকল্প রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে উদ্ভাবন করা হয়েছে। এ রেফ্রিজারেন্ট ওজোন স্তরের ক্ষতি না করলেও পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে। তাছাড়া এটি R-12 এর পরিবর্তে সরাসরি ব্যবহার করা যায় না। এ রেফ্রিজারেন্ট-এর সাথে পলিওল স্টার অয়েল ব্যবহার করতে হয় যা অতিমাত্রায় পানি শোষণ করে। এর গুণফল R-12 এর কাছাকাছি হলেও কোনো হিমায়ক যন্ত্র এটি R-12 এর পরিবর্তে এখন আর ব্যবহার হচ্ছে না। ইতোমধ্যে প্রস্তুতকারকগণ রেফ্রিজারেটরে 134a ব্যবহার করছে। অটো এয়ারকন্ডিশনারে এখন R-12 এর পরিবর্তে 134a ব্যবহৃত হচ্ছে। এর সুগুতাপ-15⁰C তাপমাত্রায় 205KJ/Kg।

গ) R-600a : এটি একটি হাইড্রোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট, এটি দাহ্য। R-12 এর বিকল্প রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে সারা বিশ্বেই এটি ব্যবহৃত হচ্ছে। এটি ওজোন স্তরের ক্ষতি করে না এবং পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে না। এতে রেফ্রিজারেন্ট চার্জের পরিমাণ কম লাগে। রেফ্রিজারেটরে এর ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে।

ঘ) HC blend (R-290+R600a) : এটি 50:50 অনুপাতে মিশ্রিত রেফ্রিজারেন্ট। এটি R-12 এর পরিবর্তে সরাসরি রেফ্রিজারেটরে ব্যবহার করা যায়। রেফ্রিজারেটরে হিমায়ন চক্রের কোনো পরিবর্তন না করে R-12 সিস্টেম থেকে R-12 রেফ্রিজারেন্ট নিরূপদ পায়ে স্থানান্তর করে (রিকভারি করে) R-12 এর ৪০% HC blend লিকুইড বাষ্প চার্জ করতে হয়। এ জন্য এ পদ্ধতিকে ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট বলে। এটি দাহ্য রেফ্রিজারেন্ট, এ জন্য রেফ্রিজারেটরের যে সকল ইলেকট্রিক্যাল অংশ থেকে স্পার্ক হওয়ার সম্ভাবনা আছে সেগুলো আবৃত করতে হয়। বর্তমানে R-12 সিস্টেম রিট্রোফিট (রূপান্তর) করা হচ্ছে HC blend দিয়ে।

ঙ) R-502 : দুটি হ্যালো কার্বন রেফ্রিজারেট নির্দিষ্ট অনুপাতে মিশ্রিত করে এটি তৈরি করা হয়েছে। এটি অদাহ্য, অক্ষয়কারক এবং অবিষাক্ত রেফ্রিজারেট। যেখানে -18°C থেকে -51°C তাপমাত্রার প্রয়োজন সেখানে এটি ব্যবহার সুবিধাজনক। এর সুপ্ততাপ -15°C তাপমাত্রায় 156KJ/Kg । এটি R-22 এর বিকল্প রেফ্রিজারেট হিসেবে উদ্ভাবন করা হয়েছে। কিন্তু এটিও কম মাত্রায় ওজোন স্তরের ক্ষয় ও পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে বলে এর বিকল্প রেফ্রিজারেট উদ্ভাবনের চেষ্টা চলছে।

চ) R-404A : তিনটি HFC রেফ্রিজারেট নির্দিষ্ট অনুপাতে মিশ্রিত করে এটি তৈরি করা হয়েছে তাই একে HFC blend বলে। এটি ওজোন স্তরের কোনো ক্ষতি করে না, কিন্তু পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে। এর নির্দিষ্ট কোনো স্ফুটনাঙ্ক নেই, অপারেটিং কন্ডিশনের পরিবর্তনের সাথে এর স্ফুটনাঙ্ক পরিবর্তন হয়। R-504 R-22 এর বিকল্প রেফ্রিজারেট হিসেবে এ রেফ্রিজারেট উদ্ভাবন করা হয়েছে। এতে সিস্টেমের কিছু পরিবর্তন হয়। R-504 ও R-22 এর বিকল্প রেফ্রিজারেট হিসেবে এ রেফ্রিজারেট উদ্ভাবন করা হয়েছে। এতে সিস্টেমের কিছু পরিবর্তনের প্রয়োজন হতে পারে। এর সাথে কমপ্রেসর অয়েল হিসেবে পলিওল স্টার অয়েল ব্যবহার করা হয়।

ছ) R407c : একটি HFC blend রেফ্রিজারেট-এর বৈশিষ্ট্য R404A এর অনুরূপ। R22 এর পরিবর্তে বর্তমানে এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিটসমূহে R407c ব্যবহৃত হচ্ছে। R407c এর পৃথিবী উত্তাপ বৃদ্ধি করার মাত্রা R404A এর চেয়ে অনেক কম।

জ) R717 : অ্যামোনিয়া সবচেয়ে পুরাতন রেফ্রিজারেট। অ্যামোনিয়া বিষাক্ত, সামান্য দাহ্য এবং কোনো কোনো অবস্থায় বিস্ফোরক। এর সুপ্ত তাপ -15°C তাপমাত্রা 1315 kJ/kg । অনেক অসুবিধা থাকা সত্ত্বেও সুপ্ত তাপ বেশি থাকায় বড় কমার্শিয়াল রেসিপ্রোকটিং কমপ্রেসর সিস্টেমে এটি ব্যবহৃত হচ্ছে। বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এর স্ফুটনাঙ্ক -33.30°C এবং কনডেনসিং প্রেসার 30°C তাপমাত্রায় 10.98 bar । এটি আবহজরপশন সিস্টেমেও ব্যবহৃত হয়। অ্যামোনিয়া প্লান্টে স্টিল পাই ব্যবহার করতে হয়।

৯.৫ বিভিন্ন রেফ্রিজারেট -এর ব্যবহার ক্ষেত্র

R12 : সাধারণত রেফ্রিজারেটর, ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার, এয়ারকন্ডিশনার ইত্যাদিতে রেসিপ্রোকটিং-এর রোটোরি কমপ্রেসরে ব্যবহৃত হয়। বড় ধরনের বাণিজ্যিক এয়ারকন্ডিশনারে সেন্দ্রিফিউগাল কমপ্রেসরেও একটি ব্যবহৃত হয়।

R22 : উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার এবং প্যাকেজ এয়ারকন্ডিশনারে রেসিপ্রোকটিং ও রোটোরি কমপ্রেসরে ব্যবহৃত হয়।

R134a : আবাসিক রেফ্রিজারেটর, চেস্ট ফ্রিজার, আইসক্রিম কেবিনেট ইত্যাদিতে রেসিপ্রোকটিং ও রোটোরি কমপ্রেসরে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া বিশেষ ধরনের কমপ্রেসর ব্যবহার করে অটোমোবাইল এয়ারকন্ডিশনারে ব্যবহৃত হয়।

R502 : সেন্দ্রাল এয়ারকন্ডিশনারে রেসিপ্রোকটিং কমপ্রেসরের সাথে ব্যবহৃত হয়।

600a : রেফ্রিজারেটরে রেসিপ্রোকটিং কমপ্রেসরের সাথে ব্যবহৃত হয়।

404A: R502 এবং R22 এর পরিবর্তে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া বিকল্প নতুন নতুন রেফ্রিজারেন্ট হিসাবে অনেক ইকুইপমেন্টে ব্যবহৃত হয়।

407A: R-22 এর বিকল্প নতুন রেফ্রিজারেন্ট হিসাবে এয়ারকন্ডিশনার ও কমার্শিয়াল ইউনিটসমূহে ব্যবহৃত হচ্ছে।

R717 : কোল্ড স্টোরেজ, পেম্প ফ্রিজার, কন্ট্রোল ফ্রিজার, ডেইরি রেফ্রিজারেশন-এ রেসিপ্রোকটিং কমপ্রেসরের সাথে ব্যবহৃত হয়।

R718 : ইভাপোরেটিভ রেফ্রিজারেশন, ডিজার্ড কুলার, স্টিম জেম এয়ারকন্ডিশনারে এবং লিথিয়াম ব্রোমাইড অ্যাবজরপশন চিলারে প্রাইমারি রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া ইনডাইরেক্ট এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিটে সেকেন্ডারি রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নমালা-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রেফ্রিজারেন্ট বা হিমায়ক কাকে বলে?
২. প্রাইমারি রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বোঝায়?
৩. প্রাইমারি রেফ্রিজারেন্ট এর তিনটি উদাহরণ দাও।
৪. সেকেন্ডারি রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বোঝায়?
৫. সেকেন্ডারি রেফ্রিজারেন্ট এর তিনটি উদাহরণ দাও।
৬. CFC, HCFC, HFC ও HC রেফ্রিজারেন্ট-এর পূর্ণ নাম।
৭. এজিওট্রপিক ও জিয়েট্রপিক রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. হাইড্রোকার্বন রেফ্রিজারেন্টে দুটির উদাহরণ দাও এবং সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।
২. R-12, R-22, R-13a, এবং R-600a- এর রাসায়নিক নাম ও রাসায়নিক ফর্মুলা বা সংকেত লেখ।
৩. R-290, R-600a, R-717, এবং R-718 রেফ্রিজারেন্ট-এ কথটি বুঝিয়ে লেখ।
৪. Hc blend রেফ্রিজারেন্ট R-12 রেফ্রিজারেন্ট-এর ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট-এ কথটি বুঝিয়ে লেখ।
৫. R-12/R-22/R-134a/R600a-এর রেফ্রিজারেন্টের গুণাবলি লেখ।
৬. R-502-R-404/R404/R407c/R-717 রেফ্রিজারেন্টের গুণাবলি লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. আদর্শ রেফ্রিজারেন্ট-এর গুণাবলিগুলো লেখ।
২. অধিক ব্যবহৃত রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বোঝায়? এর তিনটি উদাহরণ দাও।
৩. সেকেন্ডারি রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বুঝায়? এর তিনটি উদাহরণ দাও।
৪. CF, HCFC, HFC ও HC রেফ্রিজারেন্ট-এর পূর্ণ নাম লেখ।
৫. এজিওট্রপিক ও জিয়েট্রপিক রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বোঝায়?
৬. হাইড্রোকার্বন রেফ্রিজারেন্টের দুটি উদাহরণ দাও এবং সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।
৭. R-12, R-22, R-13a এবং R-600a-এর রাসায়নিক নাম ও রাসায়নিক ফর্মুলা বা সংকেত লেখ।
৮. R-290, R-600a, R-717, এবং R-718 রেফ্রিজারেন্টের রাসায়নিক নাম ও রাসায়নিক ফর্মুলা বা সংকেত লেখ।
৯. Hc blend রেফ্রিজারেন্ট R-12 রেফ্রিজারেন্ট-এর ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট এর ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট-এ কথটি বুঝিয়ে লেখ।
১০. R-12/R-22/R-134a/R-600a রেফ্রিজারেন্টের গুণাবলি লেখ।
১১. R-502/R-404/R407c/R-717 রেফ্রিজারেন্টের গুণাবলি লেখ।
১২. আদর্শ রেফ্রিজারেন্ট এর গুণাবলিগুলো লেখ।

১৩. অধিক ব্যবহৃত রেফ্রিজারেন্ট-এর তালিকা প্রস্তুত করে তাদের রাসায়নিক নাম ও রাসায়নিক ফর্মুলা লেখ।
১৪. R-12, R-22, R-134a, R-600a, R-502, R-502, R-407A, ও R-717 রেফ্রিজারেন্টের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

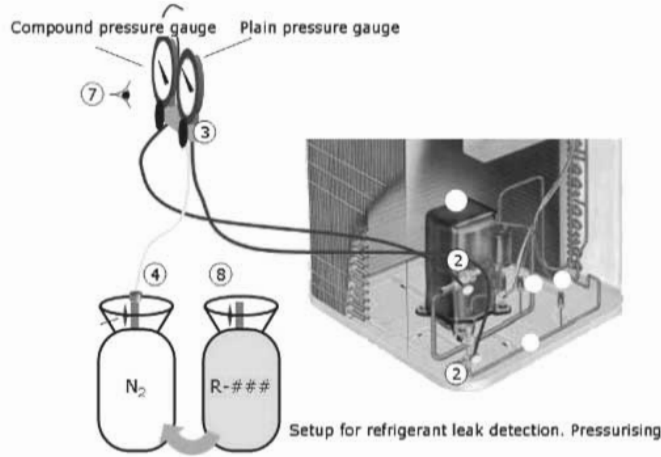
CFC, HCFC রেফ্রিজারেন্টগুলো ওজোন স্তরের ক্ষয় করে এবং পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে। যে রেফ্রিজারেন্ট এর মধ্যে ক্লোরিন যত বেশি সে রেফ্রিজারেন্ট তত বেশি ক্ষতিকারক। HFC রেফ্রিজারেন্টে ক্লোরিন নেই তাই এ রেফ্রিজারেন্ট ওজোন স্তরের ক্ষতি করে না কিন্তু গ্রিন হাউস গ্যাস হিসেবে পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে। সুতরাং এটিও এখন আর বায়ুমণ্ডলে ছাড়া যাবে না। এগুলোর পরিবর্তে এখন পরিবেশবান্ধব রেফ্রিজারেন্ট ব্যবহার করতে হবে।

১. কোন রেফ্রিজারেন্টটি ওজোন স্তরের ক্ষয় বেশি করে তার নাম্বার ও সংকেত লেখ।
২. রেফ্রিজারেটর-এ ব্যবহৃত হয় কিন্তু ওজোন স্তরের ক্ষয় করে, রেফ্রিজারেটটির নাম্বার এবং সংকেত লেখ।
৩. এয়ারকন্ডিশনারে ব্যবহৃত হয় কিন্তু ওজোন স্তরের ক্ষয় করে রেফ্রিজারেটটির নাম্বার এবং সংকেত লেখ।
৪. রেফ্রিজারেটরে বর্তমানে ব্যবহৃত দুটি পরিবেশবান্ধব রেফ্রিজারেটের নাম লেখ।
৫. এয়ারকন্ডিশনারে ব্যবহৃত হচ্ছে যা ওজোন স্তরের ক্ষয় করে না, এরূপ একটি রেফ্রিজারেটের নাম্বার লেখ।

দশম অধ্যায়
রেফ্রিজারেশন পদ্ধতিতে লিক পরীক্ষা
(Leak test in refrigeration system)

১০.১ রেফ্রিজারেশন সিস্টেম লিক হওয়ার কারণ

দীর্ঘদিন ইউনিট চলার পর টিউবের অভ্যন্তরে ক্ষয় হয়ে লিক হতে পারে। টিউবের বাইরের দিকে মরিচা পড়ে লিক হতে পারে। আঘাতঘটিত কারণে লিক হতে পারে। দুর্বল ব্রেজিং হলে সেখানে লিক হতে পারে। সিস্টেমে সঠিক ভ্যাকুয়াম না হলে জলীয় কণা রেফ্রিজারেন্টের সাথে মিশে অ্যাসিড তৈরি হয় যা বিভিন্ন অংশ ক্ষয় করেলিক সৃষ্টি করতে পারে। ইউনিট সঠিকভাবে স্থাপন না করার কারণে কম্পনজনিত কারণে লিক হতে পারে। সার্ভিসিং বা মেরামতকালে সঠিক মানের ভ্যাকুয়াম করার সঠিক ভ্যাকুয়াম হয় না সে কারণে এর ভেতরে জলীয় কণা থেকে যায়। জলীয় কণা লো সাইডে অর্থাৎ এক্সপানশন ভলভাইসের শেষ অংশে বরফে পরিণত হয়ে চোকিং সৃষ্টি করে। চোকিং ঠেকাতে অনেকে এন্টিময়েস্ট ব্যবহার করে। এটি যথেষ্ট ক্ষয়কারী পদার্থ যা বিভিন্ন অংশ ক্ষয় করেলিক সৃষ্টি করে। গ্যাসকেট সঠিক নিয়মে স্থাপন না করলে লিক হতে পারে। শ্যাফট সিল কেঁটে বা বেকে লিক হতে পারে। যথাযথ রক্ষণাবেক্ষণের অভাবে লিক হতে পারে।



চিত্র : ১০.১ রেফ্রিজারেশন সিস্টেম লিক পরীক্ষাকরণ

১০.২ লিক পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত দ্রব্যাদির তালিকা

১. সাবানের ফেনা ২. হ্যালাইড লিক ডিটেকটর ৩. ইলেকট্রনিক লিক ডিটেকটর ৪. আলট্রাভায়োলেট ল্যাম্প বা লাইট ৫. রেফ্রিজারেন্ট ডাই ৬. ড্রাইনাইট্রোজেন প্রেসার ও সাবানের ফেনা ৭. তেলের উপস্থিতি ৮. ভ্যাকুয়াম পাম্প দিয়ে সিস্টেম ভ্যাকুয়াম করে ভ্যাকুয়াম ধরে রাখার মাধ্যমে ৯. সালফার মোমবাতি পরীক্ষা (অ্যামোনিয়া প্লাস্টের জন্য) ১০. লিটমাস পেপার পরীক্ষা (অ্যামোনিয়া প্লাস্টের জন্য)

নোট : সিস্টেমে চাপ দিয়ে লিক পরীক্ষা করার জন্য কোনোক্রমেই বাতাস চার্জ করা যাবে না। কারণ বাতাসে জলীয় কণা থাকে যা রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের বড় শত্রু।

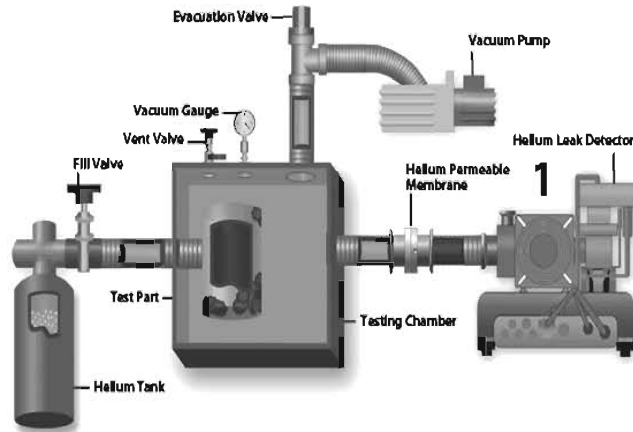


চিত্র : ১০.২ লিক পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত দ্রব্যাদির তালিকা

১০.৩ বিভিন্ন পদার্থে লিক মেরামত করার পদ্ধতি বর্ণনা

টিউব ভালোভাবে পরিষ্কার করে অক্সিজেনিটিভ শিখা (কাবুলাইজিং শিখা) দিয়ে উত্তপ্ত করে ফসফেট কপার অ্যালয় মিশ্রিত ফিলার রড দিয়ে ঝালাই করতে হবে।

নোট : ফ্রো ল্যাম্প ব্যবহার করা যাবে না কারণ ফ্রো ল্যাম্প ভালো ঝালাই করার জন্য পর্যাপ্ত তাপমাত্রা $600^{\circ}\text{C}-800^{\circ}\text{C}$) সৃষ্টি করতে পারে না।



চিত্র : ১০.৩ লিক মেরামত করার পদ্ধতি

স্টিল টিউব বা পাইপের লিক মেরামত : লিকের স্থান ভালোভাবে পরিষ্কার করে অক্সিজেনিটিভ শিখা দিয়ে তাপ দিতে হবে। এক্ষেত্রে ফিলার রড ব্যবহার করতে হবে। ওয়েল্ডিং করার সময় স্ক্রাপ ব্যবহার করতে হবে। ওয়েল্ডিং হয়ে গেলে পানি ও সফট ব্রাশ দিয়ে ওয়েল্ডিং এর স্থান পরিষ্কার করে ফেলতে হবে।

অ্যালুমিনিয়াম অ্যালয় দিয়ে তৈরি ইভ্যাপোরেটর মেরামত

লিকের স্থান পরিষ্কার করে টিপ ঝালাই করতে হবে। টিপ ঝালাই রডের অভাবে অক্সিজেনিটিভ শিখা এবং ফিলার রড হিসেবে অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহার করতে হবে। বিশেষ ক্ষেত্রে লিক মেরামত ফ্রোয়ারিং লিক পুনরায় ফ্রোয়ারিং করে, ভালভসমূহের লিক ল্যাপিং বা বদল করে, শ্যাফট সিলের লিক সিল বদল করে মেরামত করা যায়।

প্রশ্নমালা-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রেফ্রিজারেশন সিস্টেম লিক হওয়ার কারণগুলো লেখ।
২. স্টিল টিউব বা পাইপের লিক মেরামত পদ্ধতি উল্লেখ কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্টিল ও কপার টিউব মেরামত করার পদ্ধতি উল্লেখ কর।
২. অ্যালুমিনিয়াম অ্যালয় দিয়ে তৈরি ইভাপারেটর মেরামত পদ্ধতি উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. রেফ্রিজারেশন সিস্টেম লিক হওয়ার কারণ ও মেরামত পদ্ধতি উল্লেখ কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

রেফ্রিজারেন্ট লিক রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের একটি সাধারণ ত্রুটি। রেফ্রিজারেন্ট লিক হয় রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে লিক হওয়ার কারণে। রেফ্রিজারেন্ট সিস্টেমে লিক দেখা দিলে নানা রকম সমস্যা দেখা দেয়। লিক শনাক্ত ও মেরামত করতে সিস্টেম কার্যক্ষম করে তুলতে অনেক আর্থিক ক্ষতি হয়।

১. কোন কোন স্থানে লিক বেশি হয়?
২. সিস্টেম সঠিক ভ্যাকুয়াম না হওয়াকে লিকের একটি কারণ হিসেবে ধরা হয় কেন?
৩. সিস্টেম লিক হলে কী কী সমস্যা হয়?
৪. সিস্টেমে লিক হলে আর্থিক ক্ষতি হয় কীভাবে?

একাদশ অধ্যায় ভ্যাকুয়াম (Vacuum)

১১.১ ভ্যাকুয়ামের প্রয়োজনীয়তা

ভ্যাকুয়াম-এর অর্থ হলো বায়ুশূন্য অবস্থা। রেফ্রিজারেশন সাইকেলে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার পূর্বে বায়ুশূন্য বা ভ্যাকুয়াম করতে হয়। ভ্যাকুয়াম করে নিলে সিস্টেমে কোনো নন কনডেনসেবল গ্যাস থাকলে কনডেনসারে ঘনীভূত না হয়ে কনডেনসেবল গ্যাস (বাতাস), জলীয় কণা এবং অন্যান্য অপদ্রব্য থাকতে পারে না। সিস্টেমে নন কনডেনসেবল গ্যাস থাকলে কনডেনসারে ঘনীভূত না হয়ে ওপরের দিকে বেশ কিছু জায়গা দখল করে থাকে, এতে কনডেনসারে রেফ্রিজারেন্ট পর্যাপ্ত তাপ বর্জন করতে পারে না এবং কনডেনসারের চাপ বৃদ্ধি, পায় কমপ্রেসরের লোড বেড়ে যায়।

অপরদিকে সিস্টেমে জলীয় কণা থাকলে লো সাইডে ঠান্ডায় বরফ সৃষ্টি হয়ে চোকিং সৃষ্টি করে এবং হাই সাইডে জলীয় কণার পানি ভেঙে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনে পরিণত হয়। হাইড্রোজেন CFC জাতীয় রেফ্রিজারেন্টের ক্লোরিনের সাথে মিশ্রিত হয়ে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সৃষ্টি করে যার ঘনত্ব উচ্চ তাপমাত্রায় আরও বেড়ে যায়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড কমপ্রেসর ও সিস্টেমের অন্যান্য অংশকে ক্ষয় করে। হারমেটিক কমপ্রেসরের সবচেয়ে দুর্বল অংশ মোটরের ইনসুলেশন যা বার্নিশ দিয়ে করা হয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সবচেয়ে আগে ক্ষয় করে বার্নিশ। বার্নিশ ক্ষয় হয়ে গেলে মোটর জ্বলে যায়। ৯০% হারমেটিক কমপ্রেসর জ্বলে যাবার মূল কারণ সিস্টেমের জলীয় কণা। জলীয় কণা লুব অয়েলের সাথে মিশে এর গুণাগুণ বিশেষ করে ভিসকোসিটি নষ্ট করে দেয় এবং সাজ তৈরি করে।

ফলে কমপ্রেসর অয়েলের পিচ্ছিল করার ক্ষমতা থাকে না। এতে কমপ্রেসরের অংশগুলো দ্রুত ক্ষয় হয়ে পাম্পিং করার ক্ষমতা হারিয়ে ফেলে এবং ঘর্ষণে উত্তাপ বৃদ্ধি পাওয়ায় মোটর জ্বলে যাওয়া ত্বরান্বিত করে। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমকে এ অসুবিধা থেকে মুক্ত করতে হলে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার আগে ভালোভাবে ভ্যাকুয়াম করা প্রয়োজন। ভ্যাকুয়াম করলে পানির স্ফটনাঙ্ক হ্রাস পায়, ফলে সিস্টেমের জলীয় কণা বাষ্প হয়ে বের হয়ে যায়। সুতরাং হিমায়ন যন্ত্র নির্বিঘ্নে চলার জন্য এর ভেতরের জলীয় বাষ্প, নন কনডেনসেবল গ্যাস এবং অন্যান্য ময়লা ও অপদ্রব্য মুক্ত হওয়া দরকার। এগুলো দূর করার জন্য ভালোভাবে অর্থাৎ হাই ভ্যাকুয়াম একান্ত প্রয়োজন।

১১. ২ ভ্যাকুয়াম পদ্ধতির তালিকা

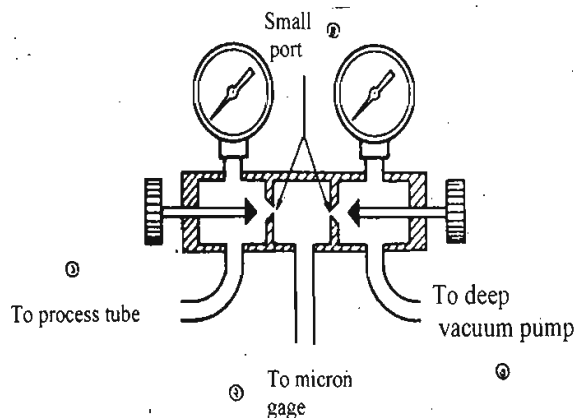
ভ্যাকুয়াম করার পদ্ধতি মূলত দুটি। যথা-

১. ডিপ ভ্যাকুয়াম (Deep vacuum)
২. ট্রিপল ইভ্যাকুয়েশন (Triple evacuation)

১. ডিপ ভ্যাকুয়াম

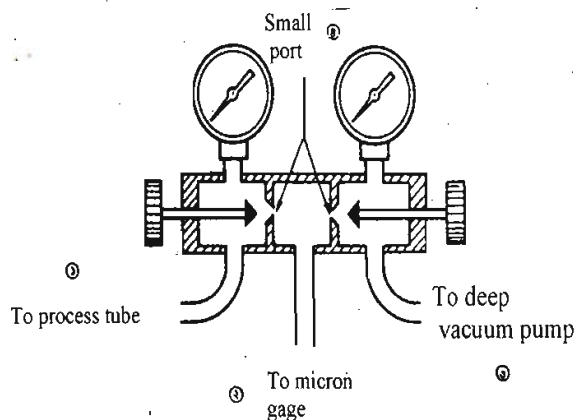
দুই স্টেজ মাল্টি ডেইন রোটরি ভ্যাকুয়াম পাম্প-এর সাহায্যে ডিপি ভ্যাকুয়াম করা হয় এবং থার্মোকাপল বা মাইক্রন গেজ দিয়ে ভ্যাকুয়াম পরিমাপ করা হয়। এ পদ্ধতিতে পাম্পের ভ্যাকুয়াম করার ক্ষমতা ২০ থেকে ৫০ মাইক্রন হতে হবে এবং সিস্টেমের ভ্যাকুয়াম ৫০০ মাইক্রন বা তার নিচে হতে হবে।

এ অবস্থার ভ্যাকুয়াম পাম্প ও ভালভ বন্ধ করার পর 5-10 মিনিট অপেক্ষা করলে সিস্টেমের মাইক্রন গেজের পাঠ 1৫০০ মাইক্রন বা তার নিচে স্থির থাকলে বুঝতে হবে সিস্টেমে সঠিক ভ্যাকুয়াম হয়েছে। মাইক্রন গেজের অভাবে বার্ডন টিউব গেজ ব্যবহার করলে কম্পাউন্ড গেজের পাঠ - 29.9" বা - 760 মিমি পদ স্তম্ভ অথবা ০ মিলিবার দেখানোর পর কমপক্ষে ৩০ মিনিট ভ্যাকুয়াম পাম্প চালাতে হবে। এ পদ্ধতিতে ভ্যাকুয়াম করলে সিস্টেম থেকে ময়লা, ময়েস্চার, বাতাস এবং স্লাজ সম্পূর্ণভাবে দূর করা সম্ভব হয়।



চিত্র: ১১.১ ডিপ ভ্যাকুয়াম পদ্ধতিতে সরঞ্জাম সংযোগ

২. ট্রিপল ইভ্যাকুয়েশন (Triple evacuation) পদ্ধতি



চিত্র: ১১.২ ট্রিপল ইভ্যাকুয়েশন পদ্ধতিতে সরঞ্জাম সংযোগ

এতে সিজেল স্টেজ রোটরি ভ্যাকুয়াম পাম্প ব্যবহার করা হয় এবং তিন ধাপে ভ্যাকুয়াম করা হয়। চিত্র: ১১.২ এর ন্যায় সরঞ্জাম সংযোগ করলে পাম্প চালিয়ে -28 of Hg পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম করে ০ পিএসআই (100Kpa) পর্যন্ত ভেপার রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে। পুনরায় -28 of Hg পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম করতে হবে এবং ০ পিএসআই পর্যন্ত ভেপার রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে। এবার ভ্যাকুয়াম পাম্প চালিয়ে -29.9 of Hg পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম করলে সিস্টেম চূড়ান্ত ভাবে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার জন্য প্রস্তুত হবে। ট্রিপল ভ্যাকুয়াম পদ্ধতিতে সময় বেশি লাগে এবং সিস্টেমে সম্পূর্ণ জলীয় বাষ্প মুক্ত হয় না।

১১.৩ ভ্যাকুয়াম করার জন্য যন্ত্রাংশের তালিকা :

- ১। চার্জিং লাইন বা প্রসেস টিউবে সংযোগের জন্য পিয়র্সিং ভালভ বা স্ল্যাডার ভালভ যুক্ত কপার টিউব অথবা মোটা ক্যাপিলারি টিউবযুক্ত ফ্ল্যারিং নাট ও প্রসেস টিউবের সমাপের কপার টিউব।
- ২। অক্সিজেনিটিভিটি সেট ও ব্রিজিং রড
- ৩। ডাবল গেজ মেনিফোল্ড সেট
- ৪। চার্জিং হোজ সেট
- ৫। সিজেল স্টেজ বা ডাবল স্টেজ ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্প
- ৬। রেফ্রিজারেন্ট সিলিভার নোট: ভ্যাকুয়াম করার জন্য সিস্টেমের নিজস্ব কমপ্রেশর বা অন্য কোনো রেসিথকেটিং কমপ্রেশর ব্যবহার করলে সঠিক ভ্যাকুয়াম হবে না।



চিত্র: ১১.৩ ভ্যাকুয়াম করার জন্য যন্ত্রাংশের তালিকা

প্রশ্নমালা-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. ভ্যাকুয়াম বলতে কী বোঝায় ?
২. রেফ্রিজারেন্ট সিস্টেমে ভ্যাকুয়াম করার প্রয়োজন কী?
৩. সঠিক ভ্যাকুয়াম না হলে রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে কী সমস্যা দেখা দিবে?
৪. ডিপ বা হাই ভ্যাকুয়াম বলতে কী বোঝায়?
৫. ট্রিপল ইভ্যাকুয়েশন বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কোন কোন যন্ত্র সঠিক ভ্যাকুয়াম করতে পারে না?
২. ভ্যাকুয়াম করার জন্য যে সকল যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় তার একটি তালিকা প্রস্তুত কর।
৩. ট্রিপল ইভ্যাকুয়েশন পদ্ধতির অসুবিধাগুলো উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. রেফ্রিজারেন্ট সিস্টেম সঠিক ভ্যাকুয়াম করার প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
২. ডিপ ভ্যাকুয়াম করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৩. ট্রিপল ইভ্যাকুয়েশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

ভ্যাকুয়াম রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ। সঠিকভাবে ভ্যাকুয়াম করতে না পারলে রেফ্রিজারেশন ভ্যাকুয়াম রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে নানা রকম সমস্যা সৃষ্টি করে এবং হারমেটিক কমপ্রেসর জ্বলে যেতে পারে।

১. রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে সঠিক ভ্যাকুয়াম হয়েছে তা কীভাবে বোঝা যায়?
২. সঠিক ভ্যাকুয়াম না হলে কী কী ক্ষতি হবে?
৩. সঠিক ভ্যাকুয়াম না হলে হারমেটিক কমপ্রেসর জ্বলে যাওয়ার কারণ কী?
৪. ডিপ ভ্যাকুয়াম করা যায় কোন যন্ত্রের সাহায্যে?
৫. কীভাবে বোঝা যাবে ভ্যাকুয়াম করার যন্ত্রের ডিপ8 ভ্যাকুয়াম করার ক্ষমতা আছে?

ষাদশ অধ্যায়
রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং
(Refrigerent Charging)

১২.১ রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং-এর প্রয়োজনীয়তা

রেফ্রিজারেন্ট হিমায়ন যন্ত্রের তাপ সঞ্চালনকারী ফ্লুয়িড। হিমায়ন যন্ত্রে রেফ্রিজারেন্ট না থাকলে সে আর তাপ স্থানান্তর করতে পারে না। ফলে হিমায়ন যন্ত্র থেকে ঠান্ডা পাওয়া যায় না। রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার অর্থ হলো হিমায়ক চক্রের ঐক্যতকারকের অনুমোদিত মাত্রার রেফ্রিজারেন্ট প্রবেশ করানো। নতুন হিমায়ন যন্ত্রে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ থাকে। হিমায়ন যন্ত্রের হিমায়ন চক্রে কোন ত্রুটি দেখা দিলে (যেমন লিক করা, চোকাং করা, কমপ্রেসর জ্বলে যাওয়া, কমপ্রেসরের পাম্পিং কমে যাওয়া ইত্যাদি) হিমায়ন যন্ত্রের রেফ্রিজারেন্ট নিরাপদ পাত্রে সংরক্ষণ করা হয় অথবা পরিবেশবান্ধব রেফ্রিজারেন্ট হলে বায়ুমন্ডলে ছেড়ে দেওয়ার পর মেরামত কাজ সম্পন্ন করা হয়। মেরামত বা সার্ভিসিং কাজ সম্পন্ন হওয়ার পর পুনরায় পূর্ব নির্ধারিত পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট হিমায়ন চক্রে চার্জ না করলে হিমায়ন বা ঠান্ডা করতে পারে না। তাই হিমায়ন চক্রের মেরামতকাজ সম্পন্ন করার পর রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা একান্ত প্রয়োজন।



চিত্র : ১২.১ রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং

১২.২ রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং-এর প্রকারভেদ বর্ণনা

রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং-এর মূলত দুটি পদ্ধতি আছে।

১. ভেপার চার্জিং (Vapor charging)
২. লিকুইড চার্জিং (Liquid charging)

ভেপার চার্জিং

ভেপার চার্জিং করা হয় লো সাইড দিয়ে। হারমেটিক কমপ্রেসর চার্জিং-এর জন্য একটি অতিরিক্ত টিউব থাকে যা প্রসেস টিউব বা চার্জিং লাইন নামে পরিচিত। প্রসেস টিউব দিয়ে চার্জিং করলে পূর্বে যে পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট ছিল ঠিক সেই পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট ওজন করে চার্জ করতে হয়। ভেপার চার্জ করার সময় ইউনিট চালানো যায়। ব্লেন্ড রেফ্রিজারেন্ট

(একাধিক রেফ্রিজারেট মিশ্রিত করে যে রেফ্রিজারেট তৈরি করা হয়) যেমন : ৪০০, ৫০০ সিরিজ ও হাইড্রোকার্বন ব্রেন্ড) চার্জ করার সময় হাই সাইড দিয়ে ওজন করে লিকুইড চার্জ করতে হয়।

হাই সাইড দিয়ে চার্জ করার সুযোগ না থাকলে লো সাইডের চার্জিং লাইনে ক্যাপিলারি টিউব দিয়ে কমপ্রেসর বন্ধ অবস্থায় ওজন করে ধীরে ধীরে রেফ্রিজারেট চার্জ করতে হয়। ব্রেন্ড রেফ্রিজারেট ভেপার চার্জ করলে যে রেফ্রিজারেটের প্রেসার বেশি সেটি আগে চলে যায়। নির্দিষ্ট পরিমাণ রেফ্রিজারেট চার্জ করতে গেলে চার্জ শেষে রেফ্রিজারেটের অনুপাত ঠিক থাকে না। যার ফলে হিমায়ন যন্ত্রে থেকে সঠিক পারফরম্যান্স পাওয়া যায় না। ভেপার চার্জিং অপেক্ষাকৃত নিরাপদ চার্জিং।

লিকুইড চার্জিং

বড় ধরনের হিমায়ক যন্ত্রে রেফ্রিজারেটের পরিমাণ বেশি থাকে। ভেপার চার্জিং-এ অনেক সময়ের দরকার হয়। এক্ষেত্রেও লিকুইড চার্জ করা সুবিধাজনক। লিকুইড চার্জিং হাই সাইড দিয়ে করতে হয়। কমপ্রেসরের ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ বা কিং ভালভের মাধ্যমে কমপ্রেসর বন্ধ অবস্থায় রেফ্রিজারেট সিলিভার উল্টিয়ে ওজন করে লিকুইড চার্জ করতে হয়। কোনো কোনো বড় ধরনের প্লান্টে রিসিভারের পর একটি অতিরিক্ত লিকুইড চার্জিং লাইন থাকে।

১২.৩ চার্জিং পদ্ধতি বর্ণনা

রেফ্রিজারেট চার্জ করার পূর্বে নিশ্চিত হবে যে সিস্টেমে কোনো লিক নেই এবং যান্ত্রিক ত্রুটি নেই। সিস্টেম রেফ্রিজারেট চার্জ করার পূর্বে ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্প দিয়ে ভ্যাকুয়াম করে নিতে হবে। যে সমস্ত রেফ্রিজারেট পরিবেশ বান্ধব নয় (CFC, HCFC এবং HFC) এ জাতীয় রেফ্রিজারেট বায়ুমণ্ডলে না ছেড়ে অর্থাৎ চার্জিং না করে হারমেটিক কমপ্রেসর যুক্ত চার্জিং লাইনে প্রসেস টিউব অ্যাডাপটর ব্যবহার করে চার্জ করার পদক্ষেপগুলো সচিত্র নিচে দেওয়া হলো।

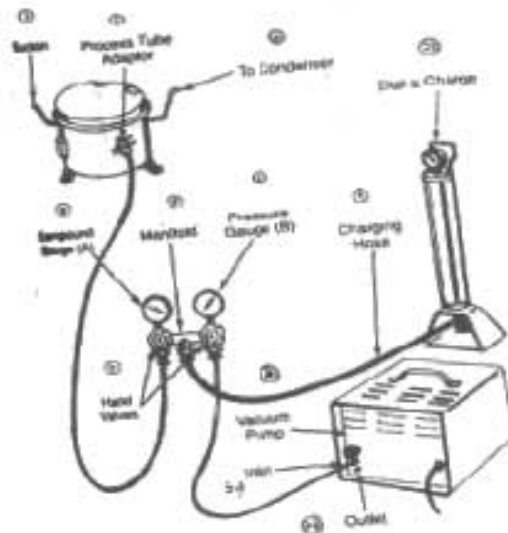
১. একটি ডাবল গেজ মেনিফোল্ড-এর লো গেজ পোর্টে যে ইউনিট চার্জ করতে হবে তার চার্জিং লাইন/প্রোসেস টিউবে চার্জিং হোজ দিয়ে সংযোগ করতে হবে।
২. একটি চার্জিং হোজ দিয়ে গেজ মেনিফোল্ডের কমন পয়েন্ট (মাকেরটি) এবং দাগ কাটা চার্জিং সিলিভারের সাথে সংযোগ দিতে হবে। চার্জিং সিলিভারের পরিবর্তে রেফ্রিজারেট সিলিভার এবং ওজন করার যন্ত্র ব্যবহার করা যায়।
৩. একটি চার্জিং হোজ দিয়ে হাই গেজ পোর্ট এবং ভ্যাকুয়াম পাম্পের সংযোগ দিতে হবে।
৪. গেজ মেনিফোল্ডের উভয় ভালভ খোলা অবস্থায় ভ্যাকুয়াম পাম্প চালিয়ে সম্পূর্ণ সিস্টেম ভ্যাকুয়াম করতে হবে।
৫. কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা-২৯.৯ পারত স্তম্ভ দেখানোর পরে কমপক্ষে আধা ঘণ্টা ভ্যাকুয়াম পাম্প চালাতে হবে।
৬. গেজ মেনিফোল্ডের হাই সাইডের ভালভ ও ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করে ৫-১০ মিনিট অপেক্ষা করতে হবে। পর্যবেক্ষণ করতে হবে গেজের কাঁটা ওপরে ওঠে কিনা। যদি গেজের কাঁটা ওপরে না ওঠে তবে বুঝতে হবে ভ্যাকুয়াম ভালোভাবে সম্পন্ন হয়েছে এবং সিস্টেমে লিক নেই।
৭. পূর্বে হিমায়ন যন্ত্রে যে পরিমাণ রেফ্রিজারেট ছিল সেই পরিমাণ রেফ্রিজারেট চার্জিং সিলিভার থেকে সিস্টেমে চার্জ করতে হবে। চার্জিং সিলিভারের পরিবর্তে রেফ্রিজারেট সিলিভার এবং ওজন করার যন্ত্র ব্যবহার করলে ওজন করে নির্ধারিত পরিমাণ রেফ্রিজারেট চার্জ করতে হবে।
৮. কমপ্রেসর বন্ধ অবস্থায় যদি ওই পরিমাণ রেফ্রিজারেট সিলিভার প্রবেশ না করে তবে কমপ্রেসর চালু করে আস্তে আস্তে নির্ধারিত পরিমাণ রেফ্রিজারেট চার্জ করতে হবে।

৯. নির্দিষ্ট পরিমাণ ফ্রিজারচার্জ চার্জ হলে পেন্স বেনিকোমেন্টর সো সাহায্যে ভালভ এক ফ্রিজারচার্জ সিলিন্ডারের ভালভ বন্ধ করে আবার বন্ধ করে রাখতে হবে। এ সময় একটি বর্ড টাইপ থার্মোমিটারের সেনসিং স্ক্রু ফ্রিজার চেনারের রাখতে হবে। যদি আবার বন্ধের ফ্রিজারের তাপমাত্রা -5°C এ নেমে আসে তবে চার্জিং রিক আছে বুঝতে হবে।

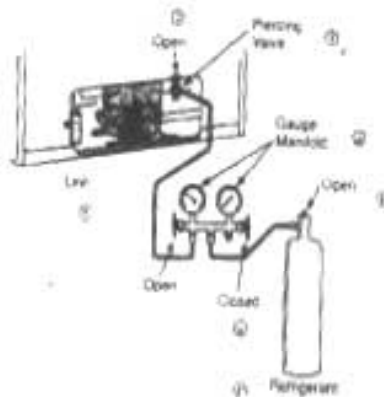
১০. পিক অফ টুল দিয়ে পরপর দুই স্টরগার প্রেসার টিউব পিক করতে হবে এবং পিক অফ টুল পিক অবস্থায় ধরে রেখে প্রেসার টিউব খুলে ফেলাতে হবে।

১১. প্রেসার টিউব দিয়ে ফ্রিজারচার্জ পিক করে কিনা সাবানের কেনা দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে। যদি পিক না করে তবে প্রেসার টিউব ব্রেকিং করতে হবে।

নোট: চার্জিং সাইন বা প্রেসার টিউবে প্রেসার টিউব স্যাফেটি-এর পরিবর্তে সিরিসিং ভালভ, ক্যাভার ভালভ মুক্ত কণায় টিউব অবস্থা ফ্রোয়িং নটি মুক্ত ক্যাশিয়ারি টিউব ব্রেকিং করে সতর্বাগ করা যেতে পারে।



চিত্র : ১২.২ আকল পেন্স বেনিকোমেন্ট-এর সাহায্যে পার্ফরমেন্স চার্জিং



চিত্র : ১২.৩ সিরিসিং ভালভ সতর্বাগ করে চার্জিং

১২.৪ রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং-এর সময় সাবধানতা

১. CFC, HCFC, HFC বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দেওয়া যাবে না বা পার্জ করা যাবে না।
২. চার্জিং- এর যন্ত্রপাতি মাটিতে বা ময়লাযুক্ত স্থানে রাখা যাবে না।
৩. ক্যাপিলারি সিস্টেমে সঠিক চার্জিং করতে না পারলে হিমায়ন যন্ত্র থেকে ভালো পারফরম্যান্স পাওয়া যাবে না। সঠিক চার্জের জন্য প্রস্তুতকারকের নির্দেশিত পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট ওজন করে চার্জ করতে হবে।
৪. ব্লেন্ড (Blend) রেফ্রিজারেন্ট সব সময় লিকুইড অবস্থায় অর্থাৎ রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার/ক্যান উল্টা অবস্থায় চার্জ করতে হবে।
৫. লিকুইড চার্জ করার সময় কমপ্রেসর চালানো যাবে না এবং অবশ্যই হাই সাইড দিয়ে চার্জ করতে হবে।
৬. লো সাইড দিয়ে লিকুইড চার্জ করতে হবে কমপ্রেসর ঠান্ডা অবস্থায় এবং প্রসেস টিউবে ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহার করে আস্তে আস্তে চার্জ করতে হবে।
৭. রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার সময় ব্যক্তিগত নিরাপত্তার জন্য হাতে গ্লোভস, চোখে গগলস এবং নাক-মুখে মাস্ক ব্যবহার করতে হবে।
৮. হাইড্রোকার্বন বা হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড খোলামেলা স্থানে চার্জ করতে হবে এবং আশপাশে যেন কোনো আগুনের উৎস না থাকে।
৯. হাইড্রোকার্বন চার্জ করে প্রসেস টিউব পিঞ্চ করে ব্রেজিং করার সময় হিমায়ন যন্ত্র বন্ধ রাখতে হবে।
১০. রেফ্রিজারেন্ট এবং এর সাথে ব্যবহৃত সিনথেটিক অয়েল অতিমাত্রায় জলীয় বাষ্প শোষণ করে। সুতরাং পানি যাতে শোষণ করতে না পারে সেজন্য প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।
১১. পারফেক্ট ভ্যাকুয়াম না হলে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা যাবে না।
১২. সিস্টেমে এন্টিময়েস্ট থ্রোজেন, মোজেন ইত্যাদি ব্যবহার করা যাবে না।
১৩. চার্জিং-এর পিঞ্চ-এর পর পর্যবেক্ষণ ল্যাম্প দিয়ে ব্রেজিং করা যাবে না।

প্রশ্নমালা-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং বলতে কী বোঝায়?
২. হারমেটিক কমপ্রেসর সিস্টেমে পাজিংবিহীন রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং পদ্ধতি কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৩. পিয়ার্সিং ভালভের সাহায্যে রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং পদ্ধতি লেখ।
৪. রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং-এর সময় যে সকল সাবধানতা অবলম্বন করতে হয় সেগুলো উল্লেখ কর।

রচনা মূলক প্রশ্ন

১. পিয়ার্সিং ভালভের সাহায্যে রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
২. হারমেটিক কমপ্রেসর সিস্টেমে পাজিংবিহীন রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

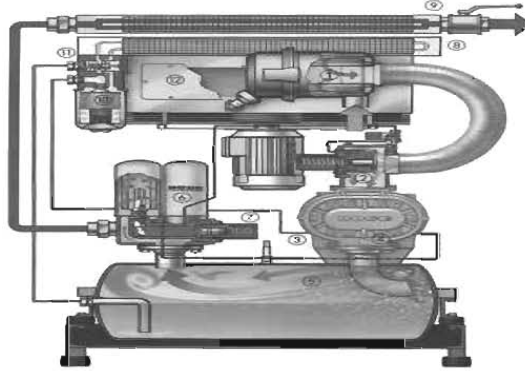
রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ। রেফ্রিজারেন্ট চার্জের পরিমাণ ও চার্জিং পদ্ধতি অত্যন্ত সংবেদনশীল ব্যাপার। রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং-এর সময় গুরুত্বপূর্ণ সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়।

১. সঠিক চার্জিং-এর জন্য কী পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হয়?
২. কী কী পদ্ধতিতে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা যায়?
৩. বেব্দ রেফ্রিজারেন্ট লিকুইড চার্জ করতে হয় কেন?
৪. প্রসেস টিউব কী?
৫. হাইড্রোকার্বন ও হাইড্রোকার্বন ব্রেন্ড চার্জ করার সময় বিশেষ কী কী সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়?

ত্রয়োদশ অধ্যায়
কমপ্রেসর অয়েল
(Compressor oil)

১৩.১ কমপ্রেসর অয়েলের কাজ

১. চলমান বা ঘূর্ণায়মান অংশের ক্ষয়রোধ করা
২. চলমান অংশগুলো পিচ্ছিল রাখা
৩. চলমান অংশগুলো ঘর্ষণের জন্য শক্তির অপচয় রোধ করা
৪. চলমান অংশগুলোর ওপর ধাক্কা প্রতিরোধ করা
৫. ভেতরের অংশসমূহে মরিচা সৃষ্টিতে বাধা দেওয়া
৬. পিস্টন ও সিলিন্ডারের লিক রোধ করা
৭. চলমান অংশসমূহ পরিষ্কার রাখা
৮. দুটি চলমান অংশের মাঝে অবস্থান করে অংশ দুটি সরাসরি সংস্পর্শ রোধ করা
৯. ঘর্ষণের কারণে উৎপন্ন তাপ অপসারণের জন্য কুরিং এজেন্ট হিসেবে কাজ করা।



চিত্র : ১৩.১

১৩.২ কমপ্রেসর অয়েলের প্রকারভেদ

কমপ্রেসর অয়েলকে প্রধানত তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

১. মিনারেল অয়েল বা খনিজ তেল
২. সিনথেটিক অয়েল
৩. সেমি সিনথেটিক অয়েল

মিনারেল অয়েলকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

- ক) ন্যাপথিন বেজ অয়েল
- খ) প্যারাফিন বেজ অয়েল
- গ) মিক্সড বেজ অয়েল

মিনারেল অয়েলের মধ্যে ন্যাপথিন বেজ অয়েল বেশি ব্যবহৃত হয়। কারণগুলো নিম্নরূপ:

১. নিম্ন তাপমাত্রায় এর প্রবাহ ভালো
 ২. হালকা প্রকৃতির কার্বন জমা হয় যা সহজেই দূর করা যায়
 ৩. নিম্ন তাপমাত্রায় অপেক্ষাকৃত কম মোম জমা হয়
- চার ধরনের সিনথেটিক অয়েলের ব্যবহার দেখা যায়। যথা:
- ক) পলি অ্যালকাইরিন গ্লাইকল
 - গ) অ্যালকাইল বেনজিন
 - ঘ) ফসফেন ইস্টার

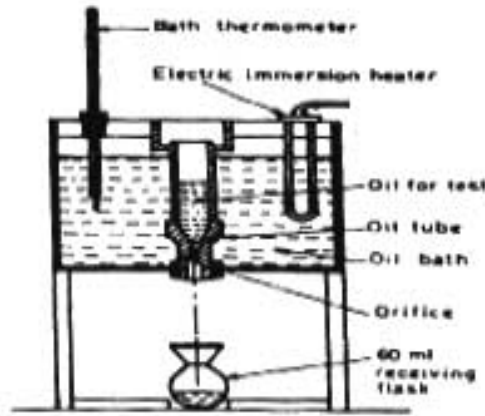
সেমিসিনথেটিক অয়েল হচ্ছে মিনারেল অয়েল এবং অ্যালকাইল বেনজিনের মিশ্রণ

১৩.৩ কমপ্রেসর অয়েলের গুণাবলি :

১. কমপ্রেসর অয়েলে যথেষ্ট সান্দ্রতা থাকবে যাতে উচ্চ তাপমাত্রায় লুব্রিকেশন করতে পারে এবং নিচু তাপমাত্রা পর্যন্ত প্রবাহিত হতে পারে
 ২. সিস্টেমে কোনো উত্তপ্ত সারফেসের সংস্পর্শে আসলে কার্বন ত্যাগ করে কার্বন জমা করা উচিত নয়
 ৩. সিস্টেমের সকল স্থানে নিচু তাপমাত্রায় পৌঁছানোর জন্য পোর পয়েন্ট নিম্ন হওয়া উচিত।
 ৫. এতে ক্ষয়কারক অ্যাসিড থাকা উচিত নয়
 ৬. বিদ্যুৎ প্রবাহের উচ্চ রোধ বা বাধা থাকা উচিত
 ৭. উপযুক্ত মিশ্রণের নির্দেশক হিসেবে এর উচ্চ ফ্লাস পয়েন্ট এবং ফায়ার পয়েন্ট থাকা উচিত
 ৮. অক্সিজেনের উপস্থিতিতে সুস্থির থাকা উচিত
 ৯. এতে জলীয় কণা থাকা উচিত নয়
 ১০. এতে সালফার থাকা উচিত নয়
- কমপ্রেসর অয়েলের গুণাবলির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা

ভিসকোসিটি (Viscosity)

ভিসকোসিটি হলো প্রবাহী প্রবাহের অভ্যন্তরীণ বাধা। যে তেলের ঘনত্ব যত বেশি তার সান্দ্রতা তত বেশি। পক্ষান্তরে যে তেলের ঘনত্ব যত কম তার সান্দ্রতা তত কম। তাপমাত্রা বাড়লে তেলের ভিসকোসিটি কমে এবং তাপমাত্রা কমলে তেলের ভিসকোসিটি বাড়ে। সান্দ্রতার ব্যবহারিক একককে সেবোল্ড ইউনিভার্সাল সেকেন্ড বা সেবোল্ড ইউনিভার্সাল ইউনিট বলে। ভিসকোসিটি নাম্বার দিয়ে তেলের মান নির্বাচন করা হয়। রেফ্রিজারেটরে ২০০ এর অধিক ভিসকোসিটির অয়েল ব্যবহার করা হয় না। আর এয়ারকন্ডিশনারে রোটরি কমপ্রেসরে ৩০০-৪০০ ভিসকোসিটির অয়েল ব্যবহার করা হয়।



চিত্র : ১৩.২

ফোর পয়েন্ট (Four point)

যে নিম্নতাপমাত্রার অয়েলের ধর্মক বিন্দু হয়ে যায় তাকে ফোর পয়েন্ট বলে।

কার্বোনিজেশন (Carbonization)

সকল কম্পোজের অয়েল তাপে বিগ্ৰীষ্ট হতে পারে যার কারণে কার্বন জন্ম হয়।

ফ্লক পয়েন্ট (Floc point)

যে তাপমাত্রায় তেল থেকে বোন পৃথক হওয়া শুরু করে তাকে ফ্লক (floc) পয়েন্ট বলে।

নিউট্রালাইজেশন (Neutralization)

সব কম্পোজের অয়েলের কিছু অ্যাসিড ধর্মবশত আছে। নিউট্রালাইজেশন নামের দিয়ে অ্যাসিডের পরিমাণ ধ্বংস করা হয়।

কম্পোজের অয়েলের অ্যাসিড নিউট্রালাইজেশন দ্বারা কম হওয়া উচিত।

ডাইইলেকট্রিক স্ট্রেংথ (Dielectric strength)

অয়েলের তেজর দিয়ে কয়েকট প্রবাহের বাধার পরিমাপকে ডাইইলেকট্রিক স্ট্রেংথ বা হয়। ভালো কম্পোজের অয়েলের ২৫ কেভি, ডাইইলেকট্রিক স্ট্রেংথ থাকা উচিত।

ফ্লশ পয়েন্ট এবং ফায়ার পয়েন্ট (Flash point and fire point)

যে তাপমাত্রায় অয়েল দহনযোগ্য বাষ্প প্রকাশ করে তাকে ফ্লশ পয়েন্ট বলে। যে তাপমাত্রায় দহনযোগ্য বাষ্পের সংস্পর্শে অগ্নিসিদ্ধ আলো কেতের বাষ্প জ্বলতে থাকে তাকে ফায়ার পয়েন্ট বলে। কম্পোজের অয়েলের ফ্লশ পয়েন্ট 150° সেঃ বা তার অধিক হওয়া উচিত।

অক্সিডেশন স্ট্যাবিলিটি (Oxidation stability)

অক্সিডেশনের উপস্থিতিতে অয়েলের সুস্থি ধাক্কা সাবস্টেন্স অক্সিডেশন স্ট্যাবিলিটি বলে। কম্পোজের অয়েলের অক্সিডেশন দ্বারা কম থাকলে এটি তেজর আলো আলো অ্যাসিড ও জায়ে জগাঁজর হয়।

ক্ষয়ের প্রবণতা (Corrosion tendency)

কমপ্রেসর অয়েলে সালফার থাকলে সিস্টেম ক্ষয় করার প্রবণতা থাকে। সালফার ও ময়েশচার থাকলে সালফিউরাস অ্যাসিড তৈরি হয়ে সিস্টেমকে ক্ষয় করে নানা সমস্যার সৃষ্টি করে।

জলীয় কণার উপস্থিতি (Moisture content)

রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে কোনো অবস্থাতেই জলীয় কণার উপস্থিতি কাক্ষিত নয়। জলীয় কণা অ্যাসিড ও স্লাজ তৈরি করে এবং জমে বরফ সৃষ্টি করে সিস্টেমকে বিকল করে দেয়। তবে জলীয় বাষ্প মুক্ত হওয়া উচিত। সম্ভব না হলে যথাসম্ভব কম জলীয় বাষ্প থাকা উচিত।

রং (Color)

কমপ্রেসর অয়েলের রং হালকা হওয়া উচিত কিন্তু সাদা নয়। অতিমাত্রায় পরিশোধন করলে অয়েলের রং সাদা হয়। এতে অয়েলের গুণাগুণ নষ্ট হয়ে যায়।

১৩.৪ কমপ্রেসর অয়েল ব্যবহারের তালিকা

কমপ্রেসর অয়েল নির্বাচনে অনেক বিষয় বিবেচনা করা হয়। তার মধ্যে ভিসকোসিটি অন্যতম। ইন্টারন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড অর্গানাইজেশন (ISO) এর ভিসকোসিটি গ্রেডিংগুলো (VG) হলো: ১০-৩২, ১৫-৩২, ৩২-৬৮, ৪৬-১০০, ৬৮-১০০, ৬৮-১৫০, ১০০-১৫০, ৬৮-২০০ ইত্যাদি। এদের মধ্যে ৩২, ৪৫, ৬৮ গ্রেডের অয়েল সচরাচর ব্যবহার হয়।

কমপ্রেসর অয়েল নির্বাচনে প্রধানত তিনটি বিষয় অগ্রাধিকার দেওয়া হয়, কমপ্রেসরের ধরন, অপারেটিং তাপমাত্রা, রিফ্রিজারেন্টের ধরন। নিচের ছকে রেফ্রিজারেন্টভিত্তিক কমপ্রেসর অয়েলের ব্যবহার দেখানো হলো :

AB= অ্যালকাইল বেনজিন অয়েল, MO = মিনারেল অয়েল, PAG= পলি অ্যালকাইলিন গ্লাইকল, PAO = পলি আলফা অলিফিন, POE= পলিয়েল স্টার অয়েল।

নিচের ছকে কমপ্রেসরের ধরন ও রেফ্রিজারেন্টের ভিত্তিতে কমপ্রেসর অয়েলের ভিসকোসিটি গ্রেড-এর সীমা দেখানো হলো।

উল্লেখ্য, এক্ষেত্রে প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা বিবেচনায় আনতে হবে।

কমপ্রেসরের ধরন ও রেফ্রিজারেন্টের ভিত্তিতে কমপ্রেসর অয়েলের ভিসকোসিটি গ্রেড-এর সীমা

প্রশ্নমালা-১৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কমপ্রেসর অয়েলের ছয়টি কাজ উল্লেখ কর।
২. কমপ্রেসর অয়েলের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।
৩. ন্যাপথিন বেজ মিনারেল অয়েল কমপ্রেসরে বেশি ব্যবহার হয় কেন?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কমপ্রেসর অয়েলের ছয়টি গুণাবলি উল্লেখ কর।
২. ক্লোরিন ফ্রি ছয়টি রেফ্রিজারেন্টের সাথে ব্যবহৃত রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের সংক্ষিপ্ত নাম লেখ।
৩. ড্রপ-ইন রেফ্রিজারেন্টে সাথে ব্যবহৃত ছয়টি রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের সংক্ষিপ্ত নাম লেখ।
৪. আইএসও (ISO) স্ট্যান্ডার্ড কমপ্রেসর অয়েলের ভিসকোসিটি গ্রেডিংগুলো উল্লেখ কর।
৫. কমপ্রেসর অয়েল নির্বাচনে কী কী বিষয় অগ্রাধিকার ভিত্তিতে বিবেচনা করা হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. কমপ্রেসর অয়েলের কাজ ও শ্রেণিবিভাগগুলো উল্লেখ কর।
২. কমপ্রেসর অয়েলের গুণাবলির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
৩. বিভিন্ন কমপ্রেসরে ব্যবহৃত কমপ্রেসর অয়েলের সংক্ষিপ্ত নাম ও আইএসও (ISO) স্ট্যান্ডার্ড ভিসকোসিটি গ্রেডিং নাম্বারগুলো উল্লেখ কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

কমপ্রেসর অয়েল কমপ্রেসরের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কমপ্রেসর অয়েলের কতগুলো গুণাবলি থাকতে হয়। সব ধরনের কমপ্রেসর অয়েল কমপ্রেসরের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কমপ্রেসর অয়েলের কতগুলো গুণাবলি থাকতে হয়। সব ধরনের কমপ্রেসর অয়েল সব ধরনের কমপ্রেসরে ব্যবহার করা যায় না। কমপ্রেসর অয়েল ক্রয় করতে ভিসকোসিটি নাম্বার ব্যবহার করা হয় না। বাস্তবে কমপ্রেসর অয়েল ক্রয় করা হয় ভিসকোসিটি গ্রেডের ভিত্তিতে। নির্দিষ্ট সীমার ভিসকোসিটির অয়েলকে একটি গ্রেড দিয়ে প্রকাশ করা হয়। পরীক্ষার নাম্বারকে যেমন : একটি সীমা পর্যন্ত একটি গ্রেড দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

১. বাজারে সাধারণত কত ভিসকোসিটি গ্রেডের অয়েল বেশি পাওয়া যায়?
২. কমপ্রেসর অয়েলের ভিসকোসিটি গ্রেডিং কোন সংস্থা করেছে?
৩. ভিসকোসিটি একক কী?
৪. ভিসকোসিটিনাম্বার ও ভিসকোসিটি গ্রেডিং-এর মধ্যে পার্থক্য কী?
৫. ভিসকোসিটি নাম্বার ও গ্রেডিং-এর মধ্যে কোনটির মান কম?

চতুর্দশ অধ্যায়
রেফ্রিজারেটর
(Refrigerator)

১৪.১ রেফ্রিজারেটরের প্রয়োজনীয়তা

রেফ্রিজারেটর নিত্যব্যবহারযোগ্য একটি গৃহস্থালি যন্ত্র। একে আসবাবপত্র হিসেবে গণ্য করা যেতে পারে। দৈনন্দিন জীবনে রেফ্রিজারেটরের গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অনেক বেশি। নিম্নলিখিত প্রয়োজনে একটি ব্যবহার করা হয়।

(ক) সংরক্ষণ

স্বল্প মেয়াদের জন্য পচনশীল সামগ্রী সংরক্ষণ করা হয়।

(খ) অর্থ সাশ্রয়

এক সাথে একবারে বেশি পরিমাণ খাদ্যবস্তু ক্রয় করাতে দামে সস্তায় পাওয়া যায় এবং যাতায়াত খরচ কম হয়।

(গ) সময় সাশ্রয়

পরিমাণে কম সংখ্যকবার বাজারে যেতে হয়। ফলে অনেকাংশে সময় অপচয় হয় না।

(ঘ) পুষ্টি

খাদ্যের পুষ্টি বজায় থাকে।

(ঙ) গুণাগুণ

নির্দিষ্ট সময়কালে সকল খাদ্যের গুণ ঠিক থাকে।

(চ) আতিথেয়তা

হঠাৎ আত্মীয়স্বজন এলে বাজার বা দোকানের মুখাপেক্ষী হতে হয় না।

(ছ) ওষুধ

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সংরক্ষণযোগ্য ওষুধ এতে রাখা যায়।

(জ) অপচয়রোধ

দৈনন্দিন অতিরিক্ত খাদ্য এতে সংরক্ষণ করে একাধিক দিন খাওয়ার মাধ্যমে খাদ্যের সুষ্ঠু ব্যবহার দ্বারা অপচয় রোধ করা যায়। দৈনন্দিন জীবনে অর্থ ও সময় সাশ্রয়ে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামই রেফ্রিজারেটর। হিমায়ন পদ্ধতি ব্যবহৃত সকল ইউনিটের মাধ্যমে রেফ্রিজারেটরের ব্যবহার সর্বাধিক এবং প্রয়োজনীয়তা অনেক বেশি।

১৪.২ : গঠন অনুসারে (ফ্রিজারের অবস্থান ভিত্তিক) রেফ্রিজারেটর প্রকারভেদ :

গঠন অনুসারে (ফ্রিজারের অবস্থান ভিত্তিক) রেফ্রিজারেটর তিন প্রকার। যথা :

(ক) টপ ফ্রিজার

রেফ্রিজারেটর-এর ফ্রিজার অংশটি ওপরে থাকে এবং ফ্রেস ফুড কম্পার্টমেন্ট নিচে থাকে।

(খ) বটম ফ্রিজার রেফ্রিজারেটর

বটম ফ্রিজার রেফ্রিজারেটর-এর ফ্রিজার অংশটি নিচে থাকে এবং ফ্রেস ফুড কম্পার্টমেন্ট ওপরে থাকে।

(গ) সাইড বাই সাইড রেফ্রিজারেটর সাইড বাই সাইড রেফ্রিজারেটর-এর এক পাশে ফ্রিজার এবং অন্য পাশে ফ্রেস ফুড কম্পার্টমেন্ট থাকে।



চিত্র : ১৪.১ টপ ফ্রিজার রেফ্রিজারেটর



চিত্র : ১৪.২ সাইড বাই সাইড রেফ্রিজারেটর

গঠন অনুসারে (দরজার সংখ্যাভিত্তিক) রেফ্রিজারেটরকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

- (ক) এক দরজা বিশিষ্ট রেফ্রিজারেটর
- (খ) দুই দরজা বিশিষ্ট রেফ্রিজারেটর

ইন্সুলেটরের তাপমাত্রা ও বরফ গলার পদ্ধতি অনুসারে রেফ্রিজারেটরকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়

- ১. ফ্রস্ট টাইপ রেফ্রিজারেটর
- ২. ডি-ফ্রস্ট টাইপ রেফ্রিজারেটর
- ৩. নন-ফ্রস্ট টাইপ রেফ্রিজারেটর

নিচে তিন ধরনের রেফ্রিজারেটরের তুলনামূলক পার্থক্য দেওয়া হলো

ফ্রস্ট	ডি-ফ্রস্ট	নন-ফ্রস্ট
১. ফ্রিজিং চেম্বারে তুষার	১. বরফ বা তুষার জমে তবে গলে যায়।	১. চেম্বারে কখনও তুষার বা বরফ বেশিক্ষণ জমে থাকে না।
২. ডি-ফ্রস্ট হিটার ব্যবহার হয় না	২. ডি-ফ্রস্ট হিটার ব্যবহার করে ডি-ফ্রস্টিং করা হয়।	২. ডি-ফ্রস্ট হিটার ব্যবহার করা হয়।
৩. ইভাপোরেটরের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি দুটি কয়েল থাকতে পারে	৩. ইভাপোরেটরটি প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি দুটি কয়েলে বিভক্ত থাকে	৩. ইভাপোরেটরটি বিভক্ত থাকে না। একটি মাত্র কয়েল থাকে।
৪. শীতল বাতাস প্রবাহ ফ্যান (কুলিং ফ্যান) ব্যবহার করা হয় না।	৪। কুলিং ফ্যান থাকে না।	৪. নিচের চেম্বারে শীতল বাতাস প্রবাহের জন্য কুলিং ফ্যান থাকে।
৫. ডি-ফ্রস্টিং-এর ব্যবস্থা থাকে না।	৫. ডি-ফ্রস্টিং হিটারে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য তিনপিন থার্মোস্ট্যাট থাকে তিনপিন থার্মোস্ট্যাট থাকে। টাইমার হিটার ফিউজ, কুলিং ওভার লোড থাকে না।	হিটার, থার্মাল ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

কুলিং পদ্ধতিক অনুসারে রেফ্রিজারেটরকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা :

- ক. ন্যাচারাল এয়ার সারকুলেশন ইভাপোরেটর টাইপ রেফ্রিজারেটর
- খ. ফোর্সড কনভেকশন ইভাপোরেটর টাইপ রেফ্রিজারেটর

১। ন্যাচারাল এয়ার সারকুলেশন ইভাপোরেটর টাইপ রেফ্রিজারেটর

এতে ইভাপোরেটর একেবারে ওপরে থাকে। ইভাপোরেটর-এর বাতাস ঠান্ডা হয়ে নিচে চলে যায় এবং নিচের গরম বাতাস হালকা হয়ে ওপরে ওঠে ইভাপোরেটরে ঠান্ডা হয়।

২। ফোর্সড কনভেকশন ইভাপোরেটর টাইপ রেফ্রিজারেটর

১. ফ্রিজার ডোর ২. ইনসুলেশন ৩. রেফ্রিজারেশন ডোর ৪. ইনসুলেশন ৫. রেফ্রিজারেটর কম্পার্টমেন্ট ৬. ইনসুলেশন ৭. ইনসুলেটেড পার্টিশন ৮. ইভাপোরেটর ফ্যান ৯. খিল ১০. এয়ার ডাকট ১১. টেম্পারেচার কন্ট্রোল ১২. ইনসুলেশন ১৩.

ফ্রিজার কম্পার্টমেন্ট

এতে ইভাপোরেটর থেকে ফ্যানের সাহায্যে বাতাস সরবরাহ করে সমগ্র কেবিনেট ঠান্ডা করা হয়। দুই কম্পার্টমেন্ট জন্য একটি ফ্যান থাকে আবার কখনও কখনও দুই কম্পার্টমেন্টের জন্য দুটি ফ্যান থাকে।

১৪.৩ রেফ্রিজারেটরের আয়তনিক ক্ষমতা

রেফ্রিজারেটরের আয়তনিক ক্ষমতা বলতে এর অভ্যন্তরীণ অংশের পরিমাণ (আয়তন)-কে বোঝায়। আয়তনের সাথে

রেফ্রিজারেটরের আয়তন = দৈর্ঘ্য×প্রস্থ×প্রস্থ×উচ্চতা

=ফুট×ফুট×ফুট=ঘনফুট

ঘনফুটকে ft³ বা cft বলা হয়ে থাকে। মাপটি যদি ইঞ্চিতে নেওয়া হয় তবে cft -তে রূপান্তর করার পদ্ধতি নিম্নরূপ
আয়তন = দৈর্ঘ্য × প্রস্থ × উচ্চতা

$$= \frac{\text{ইঞ্চি}}{১২} \times \frac{\text{ইঞ্চি}}{১২} \times \frac{\text{ইঞ্চি}}{১২} = \frac{\text{ইঞ্চি}^3}{১৭২৮}$$

এসআই (SI) ইউনিটে আজকাল রেফ্রিজারেটরের আয়তনিক ক্ষমতা লিটারে প্রকাশ করা হয়।

লিটার = দৈর্ঘ্য × প্রস্থ × উচ্চতা

$$= \frac{\text{cm} \times \text{cm} \times \text{cm}}{1000} \text{ litre [Q } 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ Litre}]$$

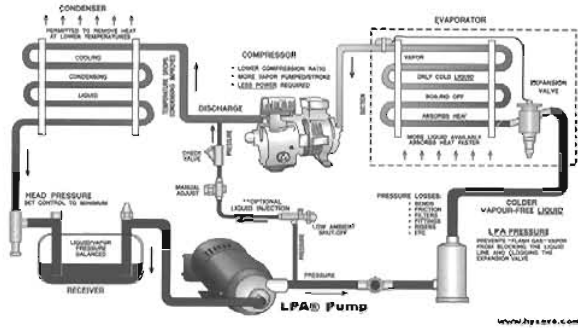
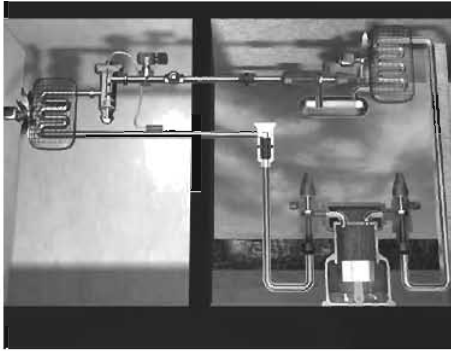
$$\text{ঘনফুটকে লিটারে রূপান্তর কর} = \frac{(12 \times 2.54) \times (12 \times 2.54) \times (12 \times 2.54)}{1000} \text{ cft}$$

$$= 1 \text{ cft } \frac{28316.85}{1000} = 28.317 \text{ Litre [Q } 2.54 \text{ cm} = 1 \text{ Inch}]$$

১৪.৪-৫ রেফ্রিজারেটরের রেফ্রিজারেশন সাইকেল অঙ্কন ও পদ্ধতির বর্ণনা

রেফ্রিজারেটরের ইভাপারেটর থেকে কম চাপ ও তাপমাত্রার বাষ্পীয় রেফ্রিজারেন্ট কমপ্রেসর শোষণ করে এবং সংকুচিত করে উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় বাষ্পীয় রেফ্রিজারেন্টকে কনডেনসারে প্রেরণ করে। কনডেনসারে ন্যাচারাল কনভেশন পদ্ধতিতে তাপ বর্জন করে উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় তরল রেফ্রিজারেন্টে পরিণত হয়। উচ্চ চাপের তরল রেফ্রিজারেন্ট ফিল্ডার ড্রায়ারে পরিষ্কার হয়ে (ময়লা ও জলীয় কণা) সাকশন লাইনের সংস্পর্শে থাকা কমবেশি ২ মিটার দীর্ঘ ক্যাপিলারি টিউবের ভিতর দিয়ে যাওয়ার সময় রেফ্রিজারেটরের চাপ ও তাপমাত্রা হ্রাস পায়। ক্যাপিলারি টিউবে শেষ অংশে তরল রেফ্রিজারেটের কিছু অংশ বাষ্প হয়। বাষ্পের পরিমাণ যাতে কম থাকে তার জন্য ক্যাপিলারি টিউবেক সাকশন লাইনের সংস্পর্শে রেখে ঠান্ডা করা হয়।

ফলে অধিক পরিমাণ তরল রেফ্রিজারেন্ট সূক্ষ্ম কণায় স্ফীত হয়ে ইভাপারেটরে যায়। ইভাপারেটরের টিউবের ভেতর দিয়ে রেফ্রিজারেন্ট গমনকালে বাতাস ও মালামাল থেকে সুপ্ত তাপ গ্রহণ করে বাষ্পে পরিণত হয়। বাষ্পীয় হিমায়কের সাথে কোনো তরল রেফ্রিজারেন্ট থাকলে অ্যাকুমুলেটরের তলায় জমা হয় এবং শুধু বাষ্পীয় রেফ্রিজারেন্ট সাকশন লাইন দিয়ে কমপ্রেসরের মাধ্যমে শোষিত হয়ে আর একটি চক্র বা সাইকেল শুরু হয়।



চিত্র : ১৪.৫ রেফ্রিজারেটরের রেফ্রিজারেশন সাইকেল

১৪.৬ রেফ্রিজারেটরে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ নির্ধারণ :

রেফ্রিজারেটরে এক্সপানশন ভিভাইস হিসেবে ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহৃত হয়। ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহৃত সিস্টেমের চার্জিং খুবই ক্রিটিক্যাল। প্রস্তুতকারক যে পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করে তার নির্দেশনা দিয়ে দেয়, ঠিক সেই পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট ওজন করে চার্জ করলে সঠিক চার্জ হয়। ক্যাপিলারি সিস্টেমের চার্জ কম বা বেশি হলে তা থেকে ভালো পারফরম্যান্স পাওয়া যায় না। ক্যাপিলারি সিস্টেমে চার্জ কম হলে ঠান্ডা কম পাওয়া যায় এবং ফ্রিজিং চেম্বারে ফ্রিজিং ঠিকমতো নাও হতে পারে। কমপ্রেশর দীর্ঘ সময় চলে অতি উত্তপ্ত হয়ে জ্বলে যেতে পারে। চার্জ বেশি হলেও ঠান্ডা কম হবে। কমপ্রেশরের ওপর বেশি লোড পড়বে। সাকশন লাইনে ভুবার জন্মবে। মোটর বেশি কারেন্ট টানবে এবং ওভার হিট হয়ে একসময় জ্বলে যেতে পারে। যদি রেফ্রিজারেটরে রেফ্রিজারেন্ট চার্জের পরিমাণ কোনো ক্রমেই না জানা যায় তাহলে অভিজ্ঞ লোকের সহায়তা নিয়ে ট্রায়াল ও ইরোর পদ্ধতিতে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা যেতে পারে। পূর্ণ চার্জিং-এ সাকশন লাইন ঘামবে, কারেন্ট রেটিং ১-১.৫০ অ্যাম্পিয়ারের মধ্যে থাকবে, ইভাপোরেটর ৩০ মিনিটে -5° সে. তাপমাত্রায় আসবে। পুন ডাইন টাইপ ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে। সাইক্লিং ৩: ২ (চালু বন্ধ) অনুপাতে হচ্ছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে।

রেফ্রিজারেন্ট	সাকশন প্রেসার	ডিসচার্জ প্রেসার
CFC-12	0.3-0bar	9.7-10.3 bar
HFC-134a	<0.3bar	10.3-11 bar
HCblend	0.3-0.4bar	7.6-8.3bar

Note: 1bar= 14.5 PSI

প্রশ্নমালা-১৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রেফ্রিজারেটরের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
২. গঠন অনুসারে রেফ্রিজারেটরের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর এবং সংক্ষেপে বুঝিয়ে দাও।
৩. ন্যাচারাল এয়ার সারকুলেশন ইভাপোরেটর টাইপ রেফ্রিজারেটর বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৪. ফোর্সড এয়ার সারকুলেশন ইভাপোরেটর টাইপ রেফ্রিজারেটর বলতে কী বোঝায়?
৫. ফ্রস্ট, ডি-ফ্রস্ট ও ননফ্রস্ট রেফ্রিজারেটরের তুলনামূলক পার্থক্য লেখ।
৬. রেফ্রিজারেটরের আয়তনিক ক্ষমতা বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. একটি রেফ্রিজারেটরের রেফ্রিজারেশন সাইকেল অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২. রেফ্রিজারেটরের রেফ্রিজারেন্ট চার্জ নির্ধারণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

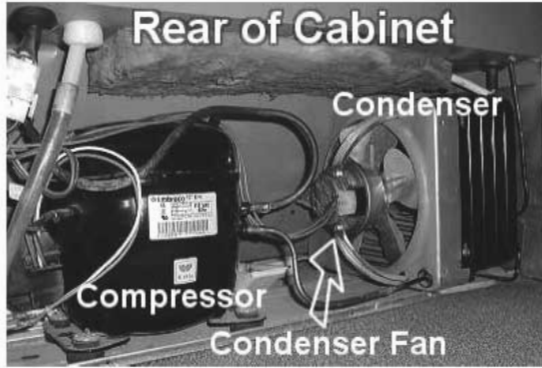
রিফ্রিজারেটর নিত্যব্যবহারযোগ্য একটি গৃহস্থালি যন্ত্র। এর আয়তনিক ক্ষমতা ঘনফুট (cft) বা লিটার। পুরাতন রেফ্রিজারেটরের রেফ্রিজারেন্ট লিক করলে পুনরায় চার্জ করার জন্য রেফ্রিজারেন্টের পরিমাণ নির্ধারণ করা একটি জটিল ব্যাপার।

১. রেফ্রিজারেটরের আয়তনিক ক্ষমতা কীভাবে নির্ণয় করা হয়?
২. ঘনফুট এবং লিটারের মধ্যে সম্পর্ক কী?
৩. পুরাতন রেফ্রিজারেটরের রেফ্রিজারেন্ট চার্জ-এর পরিমাণ নির্ধারণে কী সমস্যা দেখা দেয়?
৪. রেফ্রিজারেন্টের সঠিক পরিমাণ নির্ধারণের পদ্ধতি কী?
৫. HC blend রেফ্রিজারেন্টের সাকশন ও ডিসচার্জ প্রেসারের সীমা উল্লেখ কর।

পঞ্চদশ অধ্যায়
রেফ্রিজারেটরের ত্রুটি
(Troubles of Refrigerator)

১৫.১ রেফ্রিজারেটরের সাধারণ ত্রুটির তালিকা

১. রেফ্রিজারেটর (কমপ্রেসর মোটর) চলে না
২. রেফ্রিজারেটর (কমপ্রেসর মোটর) ঘন ঘন চালু বন্ধ হয়
৩. রেফ্রিজারেটরে ঠাণ্ডা কম হয়
৪. রেফ্রিজারেটরে বিরক্তিকর শব্দ করে
৫. রেফ্রিজারেটরে মোটেই ঠাণ্ডা হয় ন (কমপ্রেসর মোটর চলে)
৬. রেফ্রিজারেটর চালু করার সঙ্গে সঙ্গে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করে
৭. কমপ্রেসর মোটর চালু হওয়ার পর পরই বন্ধ হয়ে যায়
৮. রেফ্রিজারেটরে বরফ বেশি জমে
৯. রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর মোটর অনবরত চলে



১৫.২ রেফ্রিজারেটরের ত্রুটির কারণ বর্ণনা

১. রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর মোটর না চলার কারণসমূহ

(ক) ভোল্টেজ কম (খ) টিলা সংযোগ (গ) রিলে খারাপ (ঘ) মোটর শ্যাফট জ্যাম (ঙ) মোটর দুর্বল (চ) ফিউজ কাটা বা সার্কিট ব্রেকার অফ (ছ) সুইচ খারাপ (জ) ওভার লোড প্রটেক্টর ট্রিপ করেছে (ঝ) থার্মোস্ট্যাট খারাপ (ঞ) অসম্পূর্ণ বৈদ্যুতিক সংযোগ (ট) বিদ্যুৎ সরবরাহ নেই।

২. রেফ্রিজারেটর ঘন ঘন চালু-বন্ধ হওয়ার কারণসমূহ

(ক) কমপ্রেসর মোটরে লোড বেশি অর্থাৎ অভার লোডেড (খ) ভোল্টেজ কম (গ) কমপ্রেসর মোটর অতিরিক্ত গরম হওয়া (ঘ) দীর্ঘদিন অব্যবহৃত অবস্থায় পড়ে থাকলে (ঙ) অতিরিক্ত রেফ্রিজারেট চার্জ (চ) কনডেনসার ময়লাযুক্ত (ছ) কনডেনসার অতিরিক্ত গরম হওয়া (জ) মোটর শর্ট সার্কিট।

৩. কমপ্রেশর মোটর চলে কিন্তু রেফ্রিজারেটর ঠান্ডা কম হওয়ার কারণসমূহ

(ক) রেফ্রিজারেট কম আছে (খ) ফিল্টার ড্রায়ার অথবা ক্যাপিলারি টিউব জ্যাম (গ) কমপ্রেশরের পাম্পিং কম (ঘ) থার্মোস্ট্যাট খারাপ বা ভুল সেটিং (ঙ) ইভাপারেটর কয়েলে তেল (চ) ফ্যানের গতি কিম্বা ফ্রিজার চেম্বারে মালামাল এমনভাবে ভর্তি করা হয়েছে যে ফ্যান বাতাস সার্কুলেশন করতে পারছে না (ছ) ডিফ্রস্ট সিস্টেম খারাপ (টাইমার, হিটার, ডিফ্রস্ট থার্মোস্ট্যাট (জ) কনডেনসারে ময়লা

৪. রেফ্রিজারেটরে বিরক্তিকর শব্দ হওয়ার কারণসমূহ

(ক) অতিরিক্ত রেফ্রিজারেট চার্জ (খ) কমপ্রেশর বিয়ারিং ও ভালভের শব্দ (গ) কমপ্রেশরের অয়েল-এর পরিমাণ কম (ঘ) কমপ্রেশর মোটরের ফাউন্ডেশন বোল্ট ঢিলা (ঙ) কোনো টিউব বা ঢিলা অংশ ইউনিটের গায়ে আঘাতের শব্দ।

৫. কমপ্রেশর মোটর চলে কিন্তু রেফ্রিজারেটর মোটেই ঠান্ডা না হওয়ার কারণসমূহ

(ক) রেফ্রিজারেট মোটেই নেই (খ) ক্যাপিলারি টিউব সম্পূর্ণ বন্ধ (গ) ফিল্টার ড্রায়ার সম্পূর্ণ জ্যাম (ঘ) কমপ্রেশরের পাম্পিং মোটেই নেই।

৬. রেফ্রিজারেটর চালু করলে সঙ্গে সঙ্গে ফিউজ জ্বলে যাওয়া বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করার কারণসমূহ

ক) লাইনে শর্ট সার্কিট খ) মোটর ওয়েল্ডিং-এ শর্ট গ) ডোর সুইচের মাধ্যমে শর্ট সার্কিট ঘ) মোটর জ্বলে গেলে ঙ) গ্লাগের ভেতরে ফেজ ও নিউট্রাল এক হয়ে গেলে জ) নিম্নমানের ফিউজ বা সার্কিট ব্রেকার।

৭. কমপ্রেশরের মোটর চালু হওয়ার পরপরই বন্ধ হয়ে যাওয়ার কারণসমূহ

ক) রিলে স্টার্টিং পয়েন্ট ছাড়ে না খ) ওভার লোড প্রটেকটর খারাপ গ) কমপ্রেশরের যান্ত্রিক গোলযোগ ঘ) বৈদ্যুতিক সংযোগ ঢিলা ঙ) সাপ্লাই ভোল্টেজ কম।

৮. রেফ্রিজারেটরে বরফ বেশি জমার কারণসমূহ

ক) ত্রুটিযুক্ত থার্মোস্ট্যাট খ) দরজা সঠিকভাবে লাগে না গ) ডোর গ্যাসকেট ঢিলা ঘ) কুলিং চেম্বারে আংশিক তেল ঙ) রেফ্রিজারেট ওভার চার্জ চ) আশেপাশের বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেশি।

৯. কমপ্রেশর মোটর অনবরত চলার কারণসমূহ

ক) গোলযোগপূর্ণ থার্মোস্ট্যাট খ) রেফ্রিজারেট কম বা কমপ্রেশরের পাম্পিং কম (ঠান্ডা কম হয়) (গ) থার্মোস্ট্যাটের সেনসিং বাস্ব সঠিকভাবে বসানো নেই। (ঘ) দরজা ভালোভাবে বন্ধ হয় না (ঙ) মালামাল বেশি ঢুকানো হয়েছে (চ) গ্যাসকেট লিক করে।

১৫.৩ ত্রুটিসমূহের মেরামত পদ্ধতি বর্ণনা

১. রেফ্রিজারেটর চলে না (কমপ্রেশর মোটর) এর প্রতিকার

বৈদ্যুতিক সরবরাহ ঠিক আছে কিনা ভোল্ট মিটারের সাহায্যে চেক করতে হবে। বৈদ্যুতিক সরবরাহ ঠিক না থাকলে সরবরাহ নিশ্চিত করতে হবে। যদি ভোল্টেজ কম হয় তবে সঠিক মানের স্ট্যাবিলাইজার ব্যবহার করতে হবে। বৈদ্যুতিক সংযোগ ঢিলা থাকলে সংযোগ ঠিক করতে হবে রিলে খুলে একটি পিটিসি রিলে লাগিয়ে মোটর চালু করতে হবে। যদি চালু হয় তা হলে বুঝতে হবে রিলে খারাপ হবার জন্য কমপ্রেসর মোটর চালু হয় না। মোটর শ্যাফট জ্যাম বা দুর্বল মোটরের জন্য কারেন্ট কয়েল রিলের সাথে স্টার্ট ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করে মোটর স্টার্ট করার চেষ্টা করতে হবে। যদি চালু হয় তা হলে বুঝতে হবে রিলে খারাপ হবার জন্য কমপ্রেসর মোটর চালু হয় না। মোটর শ্যাফট জ্যাম বা দুর্বল মোটরের জন্য কারেন্ট কয়েল রিলের সাথে স্টার্ট ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করে মোটর স্টার্ট করার চেষ্টা করতে হবে। যদি মোটর স্টার্ট না হয় তবে কমপ্রেসর মোটর পরিবর্তন করতে হবে। ওভারলোড প্রটেকটর খোলা বা কাটা থাকলে নতুন ওভারলোড প্রটেকটর লাগাতে হবে। থার্মোস্ট্যাট খুলে পরীক্ষা করতে হবে। যদি খারাপ হয় তবে পরিবর্তন করতে হবে। ওহম মিটারের সাহায্যে বৈদ্যুতিক সংযোগের ধারাবাহিকতা বা কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে যদি কন্টিনিউটি ঠিক না থাকে তা হলে ওহম মিটারের সাহায্যে পর্যায়ক্রমে বিভিন্ন সংযোগ পরীক্ষা করে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হওয়ার স্থানে বের করে সঠিকভাবে সংযোগ দিতে হবে।

২. রেফ্রিজারেটর ঘন ঘন চালু বন্ধ হওয়ার প্রতিকার

কমপ্রেসর মোটর ওভার লোডেড হতে পারে। ওভার লোডের প্রকৃত কারণ অনুসন্ধান করে তা নিরসন করতে হবে। সাপ্লাই ভোল্টেজ কম থাকলে স্টেবিলাইজার ব্যবহার করতে হবে। কমপ্রেসর মোটর অতিরিক্ত গরম হলে সঠিক কারণ অনুসন্ধান করে বের করতে হবে এবং সে মোতাবেক ব্যবস্থা নিতে হবে। ওভার চার্জ কমিয়ে দিতে হবে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড হলে চার্জ সম্পূর্ণ ছেড়ে দিয়ে ভ্যাকুয়াম করে পুনরায় চার্জ করতে হবে। কনডেনসারের ময়লা থাকলে তা পরিষ্কার করে মুক্ত বাতাসে সরবরাহের ব্যবস্থা করতে হবে। মোটর শর্ট সার্কিট হলে কমপ্রেসর মোটর পরিবর্তন করে অনুরূপ আর একটি কমপ্রেসর মোটর লাগাতে হবে এবং ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তন করতে হবে।

৩. রেফ্রিজারেটরে ঠান্ডা কম হওয়ার প্রতিকার

রেফ্রিজারেটর রেফ্রিজারেন্ট কম থাকলে এরূপ হতে পারে, রেফ্রিজারেন্ট কমে যাওয়ার কারণ সিস্টেমে লিক। লিক ডিটেকটর ও সাবানের ফেনা দিয়ে লিকের স্থান শনাক্ত করে রেফ্রিজারেটরে যদি CFC বা HFC জাতীয় রেফ্রিজারেন্ট থাকে তা হলে রিকভারি করে নিরাপদ পাত্রের সংরক্ষণ করে লিক মেরামত করতে হবে। ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তন করে এক প্রান্ত ব্রেজিং করে ৫ bar চাপে ড্রাই নাইট্রোজেন দিয়ে সিস্টেম ফ্লাস করতে হবে।

সিস্টেম পরিষ্কার থাকলে ফিল্টার ড্রায়ারের অপর প্রান্ত ব্রেজিং করে ১০ bar চাপে নাইট্রোজেন চার্জ করে পুনরায় লিক পরীক্ষা করতে হবে। যদি লিক না থাকে তবে ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্প দিয়ে সঠিক ভ্যাকুয়াম করে প্রস্তুতকারকের নির্দেশিত পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট ওজন করে চার্জ করতে হবে। ফিল্টার ড্রায়ার জ্যাম থাকলে ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তন করে পূর্বের ন্যায় রেফ্রিজারেন্ট রাখা গেলে বুঝতে হবে কমপ্রেসরে পাম্পিং কমে গেছে। এছাড়া ওই স্থানে একটি প্রেসার গেজ লাগিয়ে পাম্পিং পরীক্ষা করা যায়। ২৫০-৩০০ PSI প্রেসার তুলতে পারলে কমপ্রেসরের পাম্পিং ঠিক আছে। যদি উল্লিখিত পরিমাণ প্রেসার তুলতে ব্যর্থ হয় তবে কমপ্রেসরের পাম্পিং কমে গেছে। এক্ষেত্রে কমপ্রেসর সাকশন ও ডিসচার্জ লাইন অক্সিএসিটিলিন সেট দিয়ে উত্তপ্ত করে কমপ্রেসর বিচ্ছিন্ন করেতে হবে এবং অনুরূপ একটি কমপ্রেসর লাগিয়ে পূর্বের ন্যায় ফ্লাসিং, ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তন, লিক টেস্ট, ভ্যাকুয়াম করে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে। ফ্যানের গতি কম থাকলে পরীক্ষা করে বদলিয়ে ফেলতে হবে।

নন-ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটর হলে ইভাপোরেটরের বরফ ডিফস্টিং না হলে ঠান্ডা কমে যেতে পারে। এক্ষেত্রে ২৪ ঘন্টা রেফ্রিজারেটর বন্ধ রাখতে বরফ গলে নিচের ট্রেতে পনি জমা হবে। পুনরায় রেফ্রিজারেট চালালে যদি ভালো ঠান্ডা হয় তবে বুঝতে হবে ডিফস্টিং সিস্টেমে (হিটার, টাইমার ডিফস্ট থার্মোস্ট্যাট ইত্যাদির যে কোনোটিতে) সমস্যা আছে। পরীক্ষা করে ত্রুটিযুক্ত অংশ পরিবর্তন করতে হবে। ওপেন টাইপ কনডেনসার হলে কনডেনসার পরিষ্কার করে দিতে, যাতে পর্যাপ্ত তাপ অপসারণ করতে পারে।

৪. রেফ্রিজারেটর বিরজিকর শব্দ করার সমাধান

রেফ্রিজারেট চার্জ বেশি হলে অল্প অল্প করে রেফ্রিজারেট কমিয়ে দেখতে হবে শব্দের পরিবর্তন হয় কিনা। রেফ্রিজারেটের সাথে বাতাস থাকলে (Non condensable gas) থাকলে রেফ্রিজারেট রিকভারি করে ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্প দিয়ে ভ্যাকুয়াম করে পুনরায় নির্ধারিত পরিমাণ রেফ্রিজারেট ওজন করে চার্জ করতে হবে। অনেক নিচে থাকলে অয়েল চার্জ করতে হবে। কমপ্রেসরের ফাউন্ডেশন টিলা থাকলে সুদৃঢ় করে আটকাতে হবে। কোনো টিউব বা টিলা অংশ ইউনিটের গায়ে আঘাত করলে রাবারের সাহায্যে আটকে দিয়ে ঠোকাঠুকি বন্ধ করতে হবে।

৫. কমপ্রেসর মোটর চলে কিন্তু মোটেই ঠান্ডা না হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় ব্যবস্থাসমূহ

সিস্টেমে রেফ্রিজারেট মোটেই নেই তা নিশ্চিত হওয়ার জন্য কমপ্রেসর চালিয়ে ক্ল্যাম্প মিটার দিয়ে অ্যাম্পিয়ার চেক করতে হবে। স্বাভাবিকের চেয়ে অ্যাম্পিয়ার কম দেখাবে। সাকশন ও ডিসচার্জ লাইনে স্বাভাবিক অবস্থান সাকশনে ঠান্ডা এবং ডিসচার্জে গরম লাগার কথা। রেফ্রিজারেট না থাকলে ঠান্ডা গরমের পার্থক্য থাকবে না। রেফ্রিজারেট মোটেই নেই তা নিশ্চিত হলে সিস্টেমে ১০ bar চাপে ড্রাই নাইট্রোজেন চার্জ করে সোপ সলিউশন দিয়ে লিকের স্থান শনাক্ত করতে হবে। অতঃপর লিকের স্থান মেরামত করে ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তনসহ সিস্টেম ফ্লাসিং, লিক টেস্ট এবং ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্প দিয়ে ভ্যাকুয়াম করে প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত পরিমাণ রেফ্রিজারেট ওজন করে চার্জ করতে হবে। ক্যাপিলারি টিউব বা ফিল্টার ড্রায়ার বন্ধ হয়ে গেলে রেফ্রিজারেট রিকভারি করে ড্রাই হয় তবে ফিল্টার ড্রায়ার/ক্যাপিলারি টিউব পরিবর্তন করে ড্রাই নাইট্রোজেন দিয়ে সিস্টেম ফ্লাসিং, লিক টেস্ট করার পর ভ্যাকুয়াম করে পুনরায় রেফ্রিজারেট চার্জ করতে হবে।

৬. রেফ্রিজারেটর চালু করার সাথে সাথে ফিউজ জ্বলে যাওয়া বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করার সমাধান

লাইন কোথাও শর্ট আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে। মোটর কয়েল শর্ট বা জ্বলে গেছে কিনা তা পরীক্ষা করতে দেখাবে না। প্লাগ খুলে দেখতে হবে ফেজ এবং নিউট্রাল পরস্পরের সাথে লেগে গেছে কিনা। যদি লেগে যায় তবে সংযোগ খুলে নতুন করে সংযোগ দিতে হবে। ফিউজ আভারসাইজ বা সঠিক মানের সার্বিট ব্রেকার না হলেও ট্রিপ করতে পারে। এক্ষেত্রে একটু বেশি অ্যাম্পিয়ারের ফিউজ এবং সার্কিট ব্রেকার বদলিয়ে দেখা যেতে পারে।

৭. কমপ্রেসর মোটর চালু হবার পর বন্ধ হয়ে যায় এ ত্রুটি দূর করার উপায়

রিলে বদলিয়ে একটি নতুন পিটিসি রিলে লাগিয়ে কমপ্রেসর চালু করতে হবে, যদি কমপ্রেসর চলে তবে বুঝতে হবে, রিলের ত্রুটির কারণে এরূপ ঘটছে। ওভার লোড প্রটেকটর বদলিয়ে একটি ওভার সাইজ ওভার লোড প্রটেকর লাগিয়ে কমপ্রেসর মোটর চালু করতে হবে, যদি মোটর চলে তবে বুঝতে হবে ওভারলোড প্রটেকটর আভারসাইজ ছিল বা ত্রুটিযুক্ত ছিল। কমপ্রেসরের যান্ত্রিক ত্রুটি থাকলে কমপ্রেসর বদলাতে হবে। অনেক সময়

বৈদ্যুতিক তারের টিলা সংযোগের জন্য এরূপ ঘটে। সংযোগগুলো পরীক্ষা করে টাইট দিতে হবে। ভোল্ট মিটারে দিয়ে ভোল্টেজ পরিমাণ করে দেখতে হবে ভোল্টেজ অপরিপূর্ণ কিনা। অপরিপূর্ণ ভোল্টেজ হলে স্ট্যাবিলাইজার ব্যবহার করতে হবে।

৮। রেফ্রিজারেটরে বেশি বরফ তার প্রতিকার

থার্মোস্ট্যাট খুলে বরফ কুচি ও লবণের সেনসিং বাস্ক রেখে ওহম মিটার দিয়ে দেখতে হবে থার্মোস্ট্যাট ঠিকমতো কার্ট অফ এবং অন হয় কিনা। যদি না হয় তবে নতুন থার্মোস্ট্যাট লাগাতে হবে। রেফ্রিজারেটরের দরজা সঠিকভাবে লাগে কিনা পরীক্ষা করতে হবে। ডোর গ্যাসকেট টিলা কিনা পরীক্ষা করতে হবে। আবহাওয়ার বায়ুতে জলীয় বাষ্প বেশি থাকলে বরফ বেশি জমতে পারে। এ ব্যাপারে কোনো কিছু করার থাকে না। তবে দরজা কম সংখ্যক বার খুললে অবস্থায় উন্নতি হতে পারে।

৯. কমপ্রেসর মোটর অনবরত চলা এর প্রতিকার

থার্মোস্ট্যাটের সেনসিং বাস্ক সঠিক স্থানে সঠিকভাবে লাগানো আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে। যদি যথাস্থানে বসানো না থাকে তবে যথাস্থানে বসাতে হবে। থার্মোস্ট্যাট খুলে পরীক্ষা করতে হবে। কার্ট অফ কার্ট ইন হয় কিনা, যদি না হয় তবে থার্মোস্ট্যাট বদলাতে হবে। ঠান্ডা কম হয় কিনা পরীক্ষা করতে হবে। ঠান্ডা কম হবার যথাযথ কারণ অনুসন্ধান করে তা দূর করার ব্যবস্থা নিতে হবে। দরজা ভালোভাবে বন্ধ করার ব্যবস্থা করতে হবে। গ্যাসকেট ভালো না হলে তা বদলাতে হবে। মালামাল চুকানো থাকলে মালামাল কমাতে হবে।

একটি রেফ্রিজারেটর মেরামতে চূড়ান্ত বিল তৈরি কর : ধরা যাক, একটি রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর ও ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তন করে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা হয়েছে। এর চূড়ান্ত বিল হবে :

১. একটি নতুন কমপ্রেসর ৪,৫০০/-

২. একটি ফিল্টারে ড্রায়ার ৫০/-

৩. রেফ্রিজারেন্ট চার্জিং ১,২০০/-

৪. সার্ভিস চার্জ ৫০০/-

মোট = ৬,২৫০/-

কথায় : ছয় হাজার দুইশত পঞ্চাশ টাকা মাত্র

নোট : ভ্যাট প্রযোজ্য হলে তা যোগ করতে হবে।

প্রশ্নমালা-১৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১. রেফ্রিজারেটরের সাধারণ ত্রুটিগুলোর একটি তালিকা প্রস্তুত কর।
২. রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর মোটর চলে না এর সম্ভাব্য কারণগুলো লেখ।
৩. রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর মোটর ঘন ঘন চালু-বন্ধ হয় এর সম্ভাব্য কারণগুলো লেখ।
৪. রেফ্রিজারেটর বিরক্তিকর শব্দ করে এর সম্ভাব্য কারণগুলো লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১. রেফ্রিজারেটরে মোটেই ঠান্ডা হয় না এর সম্ভাব্য কারণগুলো লেখ।
২. রেফ্রিজারেটর চালু করার সঙ্গে সঙ্গে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করে এর সম্ভাব্য কারণগুলো লেখ।
৩. কমপ্রেসর মোটর চালু হওয়ার পরপরই বন্ধ হয়ে যায় এর সম্ভাব্য কারণগুলো লেখ।
৪. রেফ্রিজারেটরে বরফ জমার সম্ভাব্য কারণগুলো লেখ।
৫. রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর মোটর অনবরত চলে এর সম্ভাব্য কারণগুলো লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১. রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর মোটর চলে না এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।
২. রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর মোটর ঘন ঘন চালু-বন্ধ হয় এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।
৩. রেফ্রিজারেটর ঠান্ডা কম হয় এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।
৪. রেফ্রিজারেটর বিরক্তিকর শব্দ করে এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।
৫. রেফ্রিজারেটর চালু করার সঙ্গে সঙ্গে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করে এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।
৬. রেফ্রিজারেটর চালু করার সঙ্গে সঙ্গে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করে এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।
৭. কমপ্রেসর মোটর চালু হওয়ার পরপরই বন্ধ হয়ে যায় এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।
৮. রেফ্রিজারেটরের বরফ জমে এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।
৯. রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসর অনবরত চলে এর সম্ভাব্য কারণ ও প্রতিকারগুলো লেখ।

ষোড়শ অধ্যায়
এয়ারকন্ডিশনিং সম্পর্কীয় শব্দ
(Air conditioning related terms)

১৬. ১ বাতাসে উপাদানের তালিকা

বায়ুমণ্ডলের শুষ্ক বাতাস কতগুলো উপাদান নিয়ে গঠিত। নিচের ছকে বায়ুর উপাদানগুলো দেওয়া হলো :

উপাদান আয়তনের দিক দিয়ে শতকরা হার ওজনের দিকে দিয়ে শতকরা হার

নাইট্রোজেন (N_2) 78.03% 75.47%

অক্সিজেন (O_2) 20.99% 23.19%

আর্গন (Ar) 0.94% 1.29%

কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) 0.03% 0.05%

হাইড্রোজেন (H_2) 0.01 %

১৬.২ ড্রাই বাল্ব ওয়েট বাল্ব ও শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রা (Dry bulb, wet bulb and dew point temperature)

সাধারণ বায়ুর স্বাভাবিক তাপমাত্রাকে ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা বলে। যদিও আমাদের দেশের বায়ুমণ্ডলের সাধারণ বায়ুতে প্রচুর পরিমাণ জলীয় কণা মিশ্রিত থাকে তবু একে ড্রাই এয়ার বা শুষ্ক বাতাস বলা হয়। আশপাশের এ বাতাসের ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা বলে। স্লিং সাইক্রোমিটারের খোলা বাল্ব-এর তাপমাত্রাকে ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা বলে। ড্রাই বাল্ব থার্মোমিটার আর্দ্রতার প্রভাব মুক্ত থেকে বাতাসের তাৎক্ষণিক প্রকৃত তাপমাত্রার পাঠ দেয়। ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা tbd ev td দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা ((Wet bulb temperature)

থার্মোমিটারের বাল্ব ভিজা কাপড় দিয়ে জড়ানো অবস্থায় (২৭০ মিটার/মিনিট বেগে বাতাসে ঘুরিয়ে) তা দিয়ে যে তাপমাত্রা পরিমাপ করা হয় তাকে ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা বলা হয়। ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা বাতাসের জলীয় বাষ্প দিয়ে জলীয় বাষ্পের উপস্থিতির পরিমাণ নির্দেশ করে। ড্রাই বাল্ব ও ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রায় ব্যবধানে যত বেশি হবে আর্দ্রতা তত কম হবে আর ওই তাপমাত্রার ব্যবধান যত কম হবে আর্দ্রতা তত বেশি হবে। ১০০% জলীয় কণা বিশিষ্ট বাতাসকে সম্পৃক্ত বাতাস বলে। সম্পৃক্ত বাতাসের ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা, ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা এবং শিশিরাঙ্ক সমান হয়ে থাকে।

শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রা (Dew point temperature) যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বাতাস তার ভেতরের জলীয় বাষ্প দিয়ে সম্পৃক্ত হয় অথবা যে তাপমাত্রায় বাতাসের জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির কণায়

পরিণত হয় তাকে বাতাসের শিশিরাঙ্ক বলে। ড্রাই বাল্ড তাপমাত্রা ও শিশিরাঙ্কের পার্থক্য শিশিরাঙ্ক বিন্দুর অবনমন (Dew pint depression) বলে।

১৬. ৩ আর্দ্রতা ও শতকরা আর্দ্রতা (Humidity and % humidity) : আর্দ্রতা বলতে বাতাসে ময়েচার বা জলীয় বাষ্পের উপস্থিতি বোঝায়। বাতাস কতটা জলীয় বাষ্প ধারণ করতে পারবে তা নির্ভর করে তাপমাত্রার ওপর। গরম বাতাস ঠান্ডা বাতাসের চেয়ে বেশি ময়েচার ধারণ করতে পারে। বাতাসে জলীয় বাষ্পায়ন ঘটায় এতে আমরা ঠান্ডা অনুভব করি। ময়েশ্চ এয়ার বা হিউমিড এয়ার (পানি মিশ্রিত বাতাস) শরীরের জলীয়অংশ দ্রুত বাষ্পায়ন ঘটাতে দেয় না। এতে বাইরের তাপমাত্রার চেয়ে আমরা গরম অনুভব করি।

মনে রাখতে হবে ময়েচার বাষ্প আকারে থাকে এবং এটি দেখা যায় না। একক আয়তনেরবাতাস যখন জলীয় বাষ্প দিয়ে সম্পৃক্ত হয় অর্থাৎ তার যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প ধারণ করার ক্ষমতা আছে তার সবটুকু শোষণ করে নিয়েছে তখন ওই বাতাসকে বলা হয় ১০০% জলীয় বাষ্পসমৃদ্ধ। যদি এর চেয়ে কম জলীয় বাষ্প শোষণ করে তবে শতকরা কত ভাগ জলীয় বাষ্প শোষণ করেছে তা দিয়ে প্রকাশ করা হয়। মূলত এটা রিলেটিভ হিউমিডিটি।

১৬.৪ তুলনীয়, আপেক্ষিক ও পরম আর্দ্রতা (Relative humidity Specific humidity and Absolute humidit)

কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বাতাসে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে এবং ওই তাপমাত্রা ও আয়তনে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকতে পারে, তাদের অনুপাতকে তুলনীয় আর্দ্রতা বা রিলেটিভ হিউমিডিটি বলে।

তুলনীয় আর্দ্রতা বাতাসের সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতার সাথে উপস্থিত আর্দ্রতার তুলনা নির্দেশ করে। K বা RH দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এটি শতকরা হার (%) দিয়ে নির্দেশ করা হয়।

আপেক্ষিক আর্দ্রতা (Specific humidity or Humidity ratio)

প্রতি কেজি শুষ্ক বাতাসে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তাকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বা স্পেসিফিক হিউমিডিটি বা আর্দ্রতা অনুপাত বলে। আপেক্ষিক আর্দ্রতার একক গ্রাম/কেজি শুষ্ক বাতাস (gm/km of dry air) অথবা কেজি/কেজি শুষ্ক বাতাস (kg/kg of dry air)

পরম আর্দ্রতা (Absolutes humidity)

একক আয়তনের বাতাসে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তাকে পরম আর্দ্রতা বলে। পরম আর্দ্রতার একক গ্রাম/ঘন গাণিতিকভাবে, 1kg water vapor = 15430 grains

1 Pound water vapor = ৭০৬০ grain

প্রশ্নমালা-১৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. আয়তনের দিক দিয়ে শতকরা হারে বাতাসের উপাদানগুলো লেখ।
২. ওজনের দিক দিয়ে শতকরা হারে বাতাসের উপাদানগুলো লেখ।
৩. ড্রাই বাব্ব তাপমাত্রা বলতে কী বোঝায়?
৪. ওয়েট বাব্ব তাপমাত্রা বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৫. শিশিরাক্ষ তাপমাত্রা বলতে কী বোঝায়?
৬. আর্দ্রতা ও শতকরা আর্দ্রতা বলতে কী বোঝায়?
৭. আপেক্ষিক আর্দ্রতা (Specific humidity) বলতে কী বোঝায়?
৮. পরম আর্দ্রতা (Absolute humidity) বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ড্রাই বাব্ব তাপমাত্রা, ওয়েব বাব্ব তাপমাত্রা ও শিশিরাক্ষ তাপমাত্রা বলতে কী বোঝায়?
২. আর্দ্রতা, তুলনীয় আর্দ্রতা এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলতে কী বোঝায়?

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

এয়ারকন্ডিশনিং সংক্রান্ত শব্দগুলো সম্পর্কে ধারণা না থাকলে এয়ারকন্ডিশনিং সংক্রান্ত সমস্যাগুলি ভালোভাবে বোঝা যায় না। ড্রাই বাব্ব তাপমাত্রা, শিশিরাক্ষ তাপমাত্রা এবং বিভিন্ন ধরনের আর্দ্রতা এয়ারকন্ডিশনিং সংক্রান্ত মৌলিক কয়েকটি শব্দ মাত্র। এয়ারকন্ডিশনিং সম্বন্ধে জানতে হলে আরও অনেক শব্দ এবং এর চার্ট সম্পর্কে অবগত হতে হবে।

১. কোনো স্থানের ড্রাই বাব্ব ও ওয়েট বাব্বের তাপমাত্রার পার্থক্য বেশি দেখালে সেখানে তার আর্দ্রতা পরিমাণ কী রূপ?
২. ড্রাই ও ওয়েট বাব্ব-এর মধ্যে কোনটির তাপমাত্রা কম দেখায়?
৩. কখন ড্রাই বাব্ব, ওয়েট বাব্ব ও শিশিরাক্ষ তাপমাত্রা সমান দেখায়?
৪. স্পেসিফিক হিউমিডিটি এবং রিলেটিভ হিউমিডিটির একক কী?
৫. গ্রেইন কিসের একক?

সপ্তদশ অধ্যায়
এয়ারকন্ডিশনিং পদ্ধতি
(Air Conditioning System)

১৭.১ এয়ারকন্ডিশনিং-এর সংজ্ঞা

এয়ারকন্ডিশনিং শব্দের আভিধানিক অর্থ হলো শীততপনিয়ন্ত্রণ। মানুষ বা প্রাণীর আরাম-আয়েশের জন্য এবং শিল্পকারখানায় উৎপাদিত পণ্যের গুণগত মান সংরক্ষণ ও পণ্যের উৎপাদন বৃদ্ধিকল্পে কোনো আবদ্ধ স্থানের বাতাসের তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, গতি, বিশুদ্ধতা ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করার প্রক্রিয়াকে এয়ারকন্ডিশনিং বলে।

১৭.২ এয়ারকন্ডিশনিং-এর প্রকারভেদ

এয়ারকন্ডিশনিংকে বহুবিধ উপায়ে শ্রেণিবিভাগ করা যায়। ব্যবহারের উদ্দেশ্যে, ঋতু এবং যন্ত্রপাতির বিন্যাস বিবেচনায় এনে নিম্নলিখিতভাবে এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমকে শ্রেণিবিভাগ করে দেখানো হলো।

১. ব্যবহারের প্রধান উদ্দেশ্যের দিক থেকে (Base on Fuction) এয়ারকন্ডিশনিং-কে দুই ভাগে ভাগ করা যায়

- (ক) কমফোর্ট এয়ারকন্ডিশনিং (Comfort air conditioning)
- (খ) ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ারকন্ডিশনিং (Industrial air conditioning)

২ যন্ত্রপাতি সাজানোর দিক দিয়ে এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমকে চার ভাগে ভাগ করা যায়:

- (ক) ইউনিটারি বা রুম এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Unitary or room air conditioning system)
- (খ) স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Split air conditioning systme)
- (গ) প্যাকেজ এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (package air conditioning system)
- (ঘ) সেন্ট্রালএয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Central air conditioning system)
- (ঙ) প্রত্যক্ষ পদ্ধতি (Direfct expansion or DX system)
- (চ) পরোক্ষ পদ্ধতি (Year round air conditoning)

১৭.৩ এয়ারকন্ডিশনিং-এর তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ

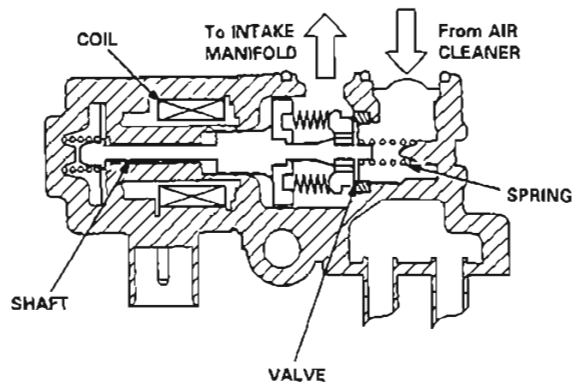
আবহাওয়া (ঋতু) পরিবর্তনের সাথে শীততপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির মাধ্যমে প্রয়োজনে বাতাসের তাপমাত্রা বাড়িয়ে বা পদ্ধতিতে কমাতে সাধারণত হিমায়ন পদ্ধতি তথা কুলিং কয়েল (ইভাপোরেটর)-এর প্রয়োজন হয়। আবার তাপমাত্রা বাড়াতে গরম পানির কয়েল, বৈদ্যুতিক হিটার, হিটপাম্প বা হিমায়ন পদ্ধতির কনডেনসারে গরম করা হয়। গরম দেশে বাতাসের তাপমাত্রা ২৪° সে. হতে ২৫° সে. পর্যন্ত নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অপর দিকে শীতকালে ১৮ সে. হতে ২১ সে. তাপমাত্রা রাখা হয়। কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণেরজন্য থার্মোস্ট্যাট ব্যবহৃত হয়।

১৭.৪ এয়ারকন্ডিশনিং-এর আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ

মানুষের জন্য আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যপদ পরিবেশ সৃষ্টি করতে বাতাসের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয়। তাই শীতাতপনিয়ন্ত্রণের মূল/প্রধান কাজই (Fuction) হলো কক্ষের বাতাসের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা। কারণ বাতাসের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করতে না পারলে আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যপদ পরিবেশ সৃষ্টি করা সম্ভব নয়। আরামদায়ক পরিবেশের জন্য আর্দ্রতা একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় (factor)। যার জন্য শীতাতপনিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা অপরিহার্য। গ্রীষ্মকালে বাতাসের আর্দ্রতা ১৫০% থেকে ৬৮% এবং শীতকালে ৪০% থেকে ৫৫% রাখা স্বাস্থ্যপদ বা ভালো। মূলত বায়ুর আর্দ্রতা হিউমিডিস্ট্যাট (Humidistate) দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। তবে আর্দ্রতা বাড়ানোর জন্য হিউমিডিফায়ার (Humidifier) এবং আর্দ্রতা কমানোর জন্য ডিহিউমিডিফায়ার (De-Humidifier) ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ দুই উপায়ে আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। যেমন-১। আর্দ্রতা হ্রাসকরণ ২। আর্দ্রতা বৃদ্ধিকরণ।

১৭.৫ এয়ারকন্ডিশনিং-এ বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রণ

শীতাতপনিয়ন্ত্রণ কক্ষে ঠান্ডা, গরম, পরিষ্কার ও বিতরিত বাতাস একটি নির্দিষ্ট গতিতে সঞ্চালন (Circulation) করা হয়। কারণ খুব জোরে বা কম গতিতে বাতাস সঞ্চালন করা হলে তাতে আরামদায়ক পরিবেশ সৃষ্টি হবে না। সাধারণত নিয়ন্ত্রিত কক্ষে বাতাসের গতিবেগ (Velocity) ৫-৮ মিটার/ম. রাখা হয়। বাতাসের গতি নির্দিষ্ট পরিমাণ বা নিয়ন্ত্রণ-এ রাখার জন্য নির্দিষ্ট ক্ষমতা ও মাপের ব্লোয়ার, ডাফ্ট, ড্যাম্পার, ইনলেট-আউটলেট, ডিফিউজার এবং গ্রিল ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। বাতাসের গতি ও সরবরাহের পরিমাণ মূলত শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ কক্ষের আয়তন, তাপ অপসারণের পরিমাণ এবং অবকাঠামো বিবেচনা করতে হয়। স্ট্রোল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্টের ক্ষেত্রে নিয়ন্ত্রিত বাতাস সাধারণত ডাকটের মাধ্যমে শ্রেরণ ও সংগ্রহ করা হয়। তাই বাতাসের গতি ও পরিমাণ ডাকটের আয়তন, সাইজ এবং ডিজাইনের উপর নির্ভরশীল। তদুপরি ডাকটের মুখে বা বাতাস ইনলেট আউটলেটে ব্যবহৃত গ্রিল বা ডিফিউজার ও বাতাসের গতি নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়তা করে।



চিত্র : ১৭.১ বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি

১৭.৬ বাতাস পরিষ্কারকরণ

বায়ুর মূল উপাদান (নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন) ব্যতীত অন্যান্য ক্ষতিকর উপাদান এবং ধূলিকণা, আঁশ, ছাই, ধোঁয়া, বিষাক্ত গ্যাস, দুর্গন্ধ, রোগজীবাণু প্রভৃতি মুক্ত করার ব্যবস্থাকে বায়ু বিশুদ্ধকরণ বলে। বিজ্ঞানসম্মত ও স্বাস্থ্যপদ জীবনব্যবস্থার জন্য বায়ুর ক্ষতিকর পদার্থমুক্ত করা অপরিহার্য। তাই নিয়ন্ত্রিত কক্ষের বাতাস বিশুদ্ধকরণের মূল উদ্দেশ্য হলো এর থেকে দুর্গন্ধ, বিষাক্ত গ্যাস ও ক্ষতিকারক জীবাণু ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস প্রভৃতি দূর করা। বাতাস বিশুদ্ধ করার জন্য সাধারণত কার্বনযুক্ত বিশেষ ধরনের এয়ার ফিল্টার ব্যবহার করা হয়। সব ধরনের শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে বাতাস কম-বেশি বিশুদ্ধ করা হয়। বাতাসে অবস্থিত স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর উপাদান বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় মুক্ত করা যায়। যেমন-

১। ড্রাই ফিল্টার (Dry Filter)

২। ভিসকাস ফিল্টার (Viscus Filter)

৩। অ্যাকটিভেটেড কার্বন ফিল্টার (Activated Carbon Filter)

৪। ইলেকট্রনিক ফিল্টার (Electronic Filter)

৫। আল্ট্রাভায়োলেট ল্যাম্প (Ultra Violate lamp)

৬। ট্রাই-ইথিলিন গ্লাইকল স্প্রে নজল (Tri Ethylene Glycol spray Nozzel) ইত্যাদি।

বাতাসে অবস্থিত অধিকাংশ দূষিত পদার্থ মূলত ফিল্টার ব্যবহৃত অ্যাকটিভেটেড কার্বন বা কাঠ কয়লার সাহায্যে দূল বাতাসে অবস্থিত অধিকাংশ দূষিত পদার্থ মূলত ফিল্টারে ব্যবহৃত অ্যাকটিভেটেড কার্বন নির্ধারিত স্থান (Filter) বা ডাকটের মুখে রাখা হলে তা বাতাসে অবস্থিত দূষিত পদার্থ শোষণ (Absorp) করে নেয়। ফলে বাতাস দূষণমুক্ত হয়। সাধারণত প্রতি ১০০ ঘনমিটার বাতাসের জন্য ৪০ কেজি অ্যাকটিভেটেড কার্বনের প্রয়োজন হয়। ওই কার্বনের কার্যক্ষমতা দূষিত পদার্থ শোষণ করার ক্ষমতাহ্রাস পেলে তা ব্যবহার উপযোগী হয়। অনুরূপভাবে জীবাণুমুক্ত করতে হলে বাতাসে অতিবেগুনি রশ্মি বা আল্ট্রাভায়োলেট রে (Ray) ব্যবহার করা হয়। ওই রশ্মি (Ray) এর জন্য আল্ট্রাভায়োলেট ল্যাম্প জার্মিসিডেল ল্যাম্প-এর প্রয়োজন হয়। আবার কক্ষের বা ডাকটের বাতাসে ট্রাই ইথিলিন গ্লাইকল স্প্রে নজল দ্বারা ছিটিয়ে জীবাণুমুক্ত করা হয়। উল্লিখিত প্রক্রিয়ায় সাধারণত বায়ুতে অবস্থিত জীবাণুমুক্ত হয়। ফলে বাতাস বিশুদ্ধ হয়।

প্রশ্নমালা-১৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. এয়ারকন্ডিশনিং বলতে কী বোঝায়?
২. এয়ারকন্ডিশনিং-এর শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. এয়ারকন্ডিশনিং-এর তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ বলতে কী বোঝায়?
২. এয়ারকন্ডিশনিং-এর আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ বলতে কী বোঝায়।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. এয়ারকন্ডিশনিং-এর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
২. এয়ারকন্ডিশনিং বাতাসের গতি নিয়ন্ত্রণ ও বাতাস পরিষ্কার করার পদ্ধতি বর্ণনা।

সৃজনশীল প্রশ্ন : নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

শীততপনিয়ন্ত্রণে ব্যবহারভিত্তিক ও ঋতুভিত্তিক ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা বজায় রাখতে হয় এবং এ জন্য ভিন্ন ভিন্ন যন্ত্রপাতি সজ্জিত এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট ব্যবহার করা হয়। প্রতিটি এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য আছে।

১. শীততপনিয়ন্ত্রণে যে চারটি মৌলিক বিষয় নিয়ন্ত্রণ করতে হয় তাদের নাম লেখ।
২. ব্যবহারের প্রধান উদ্দেশ্যের দিক থেকে (Base on Fuction) এয়ারকন্ডিশনিংকে কী কী ভাগে ভাগ করা যায়?
৩. এয়ারকুলার ও এয়ারকন্ডিশনিং-এর মধ্যে মৌলিক পার্থক্য কী?
৪. শীতকাল ও গ্রীষ্মকালের মধ্যে কোন সময় বাতাসে আর্দ্রতা বেশি থাকে?
৫. যন্ত্রপাতি সাজানোর দিক দিয়ে এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমকে কী কী ভাগে ভাগ করা যায়?

অষ্টাদশ অধ্যায়
উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার
(Window air conditioner)

১৮.১ উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের বর্ণনা

Window-এর অর্থ জানালা। আবাসিক বা বাণিজ্যিক অফিস কক্ষে জানালা বরাবর স্থাপনকৃত একক বা ইউনিটারি এয়ারকন্ডিশনারকে উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার বলে। সাধারণত এ ধরনের ইউনিট কক্ষের জানালা বরাবর দেয়ালে (Wall) বসানো হয় এবং দেখতে কিছুটা জানালার মতো মনে হয়। তাই এটি উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নামে পরিচিত। ইউনিটারি বা রুম এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট দুটি অংশে বিভক্ত (i) কক্ষের ভেতরের অংশ (In door part) (ii) কক্ষের বাইরের অংশ (Out door part) কক্ষের বাইরের অংশে থাকে। হারমেটিক কমপ্রেসর কনডেনসার এবং মোটরচালিত ফ্যান। কক্ষের ভেতরের বাতাস ফ্রন্ট খিল এবং ফিল্টারের ভেতর দিয়ে টেনে এনে ইভাপোরেটর বা কুলিং কয়েল ওপর পুনরায় সাপ্লাই এয়ার খিলের মাধ্যমে কক্ষের ভেতরে সরবরাহ করা হয়। ফ্যান এবং ব্লোয়ার একই মোটর দিয়ে পরিচালিত হয়। ফ্রন্ট প্যানেলের সাপ্লাই এয়ার খিলে একটি অ্যাডজাস্টেবল হরিজন্টাল লুভার (Louver) থাকে। যা দিয়ে বাতাসের প্রবাহ ওপর, নিচে এবং অনুভূমিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। ফলে কক্ষের ভেতর ঠান্ডা। কোনো মডেলে মোটরচালিত ডিফ্লেকটর ফিট করা থাকে, যার সাহায্যে বাতাসের প্রবাহ অনবরত পরিবর্তন করে সমভাবে বাতাস বন্টন করা হয়। ইউনিটারি ইউনিটের অংশগুলোকে তিনটি গোত্রে ভাগ করা হয়। যথা :

১. হিমাযন চক্র (Refrigeration cycle)
২. বাতাস চক্র (Air cycle)
৩. ইলেকট্রিক সার্কিট অ্যান্ড কন্ট্রোল (Electric circuit and control)

বাতাসকে ঠাণ্ডা এবং ডি-হিউমিডিফাইড করার জন্য সিলড টাইপ কমপ্রেসর, এয়ারমুন্ড ফিল্ড কনডেনসার, ফিল্টার-ড্রায়ার, ক্যাপিলারি টিউব ইত্যাদি সংবলিত একটি হিমাযন চক্র থাকে। এয়ার ফিল্টার, সাপ্লাই ড্রিল, রিটার্ন খিল, লুভার, ডিফ্লেকটর, সেন্টিফিউগাল ইভাপোরেটর ব্লোয়ার, কনডেনসার ফ্যান এবং ড্যাম্পার সংবলিত বাতাস চক্র থাকে যার সাহায্যে কক্ষের বাতাস টেনে কুলিং কয়েলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত করে শীতল ও অনর্দ্র করে পুনরায় কক্ষে সরবরাহ করা হয়। কক্ষের বাইরের অংশ থেকে বাতাস টেনে এনে প্রবাহিত করে।

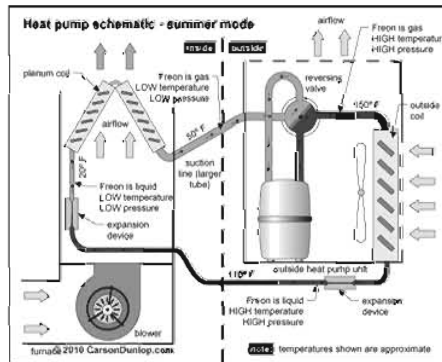
একটি ওভারলোড প্রোটেকটর, একটি সিলেক্টর সুইচ, একটি পটেনশিয়াল রিলে (যদি স্টার্টিং ক্যাপাসিটর ব্যবহৃত হয়) এবং একটি ফ্যান ব্লোয়ার মোটর থাকে। ইউনিটারি-ইউনিটের সাহায্যে আকাজিক মাত্রায় বাতাসকে ঠান্ডা করা যায় বটে কিন্তু আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। এ জন্য একে এয়ারকন্ডিশনার না বলে অধিকাংশ ক্ষেত্রে এয়ার কুলার বলা হয়ে থাকে। রুম এয়ার এয়ারকুলারকে শীতকালে রুম হিটিং-এর কাজেও ব্যবহার করা যায়। এক্ষেত্রে চারমুখী রিভার্সিং ভালভ-এর সাহায্যে হিমাযন চক্রকে বিপরীত দিকে প্রবাহিত করা হয়। এতে কনডেনসার ইভাপোরেটর এবং ইভাপোরেটর কনডেনসার হিসাবে কাজ করে। হিটিং এবং কুলিং-এর কাজে ব্যবহারযোগ্য একটি রুম এয়ারকন্ডিশনার-এর প্রবাহ চিত্র ১৮.২ এ দেখানো হলো।



চিত্র ১৮.১ উইন্ডোআইপ এয়ারকন্ডিশনার

রুম এয়ারকন্ডিশনার গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্যগুলো নিচে দেওয়া হলো, (১) রুম এয়ারকন্ডিশনারের কুলিং ক্যাপাসিটি ১ থেকে ৩ টন-এর ভেতর হয়ে থাকে। (২) এর অধক্ষমতা ৩/৪ থেকে ২-এর মধ্যে হয় তবে ১ অধক্ষমতার কমপ্রেসর বেশি ব্যবহৃত হয়। (৩) কন্ডেন্সার ভেতরে বাতাসের নির্গমন বেগ প্রতিমিনিটে ৫-৬ মিটার হয়ে থাকে, তবে রুমের যে স্থানে মানুষ বসে সে স্থানে বাতাসের বেগ যাতে কম থাকে সে দিকে দৃষ্টি রাখতে হয়।

১. কমপ্রেসর ২. ড্রয়ার ফিল্টার ৩. অ্যাকুমুলেটর ৪. ক্যাপিলারি টিউব ৫. ড্রয়ার ফিল্টার ৬. হিটিং অ্যান্ড কুলিং ৭. স্ক্যান মোটর ৮. আউটডোর ইউনিট ৯. ইনডোর ইউনিট ১০. ইনডোর স্ক্যান ১১. ফোরওয়ে ভ্যালভ



চিত্র : ১৮.২ হিটিং, কুলিং রুম এয়ারকন্ডিশন

(৪) থার্মোস্ট্যাট ব্যবহার করে কমপ্রেসর স্বয়ংক্রিয়ভাবে অফ/অন করে কন্ডেন্সার তাপমাত্রা কাল্পনিক মাত্রায় নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

(৫) রাতে যাতে কম শব্দে শান্তভাবে এয়ারকন্ডিশনার চলে তার জন্য দুই স্পিড বিশিষ্ট ফ্যানের লোস্পিড বাছাই করা যেতে পারে।

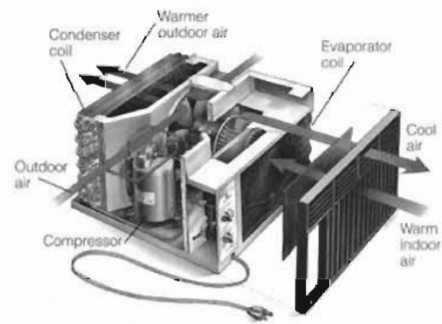
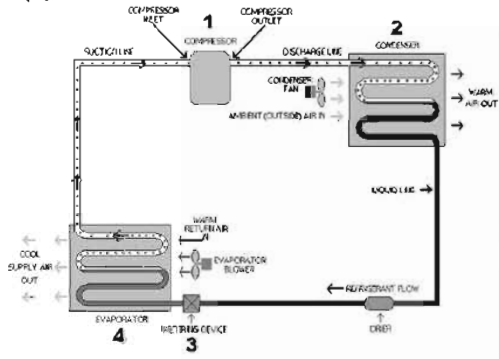
(৬) এ ইউনিটের কনডেনসারটি এয়ার কুলড হয়ে থাকে।

(৭) এ ধরনের ইউনিট মেঝের (Floor) ৭৫ হতে ১৫০ সেমি ওপরের দেয়ালে স্থাপন/বসানো হয়। এবং পাশ্চবর্তী দেয়াল হতে কমপক্ষে ৫০ সেমি দূরে রাখা বাঞ্ছনীয়। ইউনিটের বাইরে দিক ৬.৫ মি (১/৪) ঢালু রাখতে হয়।

১৮.২ উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেটর বর্তনী

উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেশন বর্তনীতে নিম্নলিখিত অংশগুলো থাকে।

১. কমপ্রেসর ২. কনডেনসার
৩. স্টেইনার/ফিল্টার ড্রায়ার
৪. ক্যাপিলারি টিউব
৫. ইভাপোরেটর
৬. অ্যাকুমুলেটর



চিত্র : ১৮.৩ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে রেফ্রিজারেশন বর্তনী

১৮.৩ উইন্ডোটাইপ এয়ারকন্ডিশনার তৈরির বিভিন্ন কোম্পানি

বর্তমান বিশ্বে বহু কোম্পানি উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার তৈরি করে থাকে। এর মধ্যে কয়েকটির নাম নিচে উল্লেখ করা হলো : ১। ক্যারিয়ার (Carrier) ২। ন্যাশনাল (National) ৩। জেনারেল (General) ৪। মিতসুবিশি (Mitsubishi) ৫। তোশিবা (Toshiba) ৬। ডাইকিন (Daikin) ৭। ডানহাম ব্রশ (Dun humbush) ৮। স্যামসাং (Samsung) ৯। হুইরেল পুল (Whirlpool) ১০। বাটারফ্লাই (butterfly) ১১। সিঙ্গার singer() ১২। এলজি (LG)

১৮.৪ উইন্ডোটাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ক্ষমতা

উইন্ডোটাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ক্ষমতা টিআর (টন অব রেফ্রিজারেশন) BTU/Hr (বিটিইউ/আওয়ার), (কিলোয়াট) বা ওয়াট-এ প্রকাশ করা হয়। $1TR=12000BTU/Hr = 3.5kw = 3500watt$

পূর্বে উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ক্ষমতা 1Tr থেকে 3Tr এর মধ্যে ছিল। বর্তমানে বাজারে নিম্নলিখিত ক্ষমতার উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার পাওয়া যায়।

$$0.5TR = 6000 \text{ Btu/hr} = 1.7 \text{ kw} = 1700 \text{ w}$$

$$1.00 \text{ TR} = 12000 \text{ Btu/hr} = 3.5 \text{ kw} = 3500 \text{ w}$$

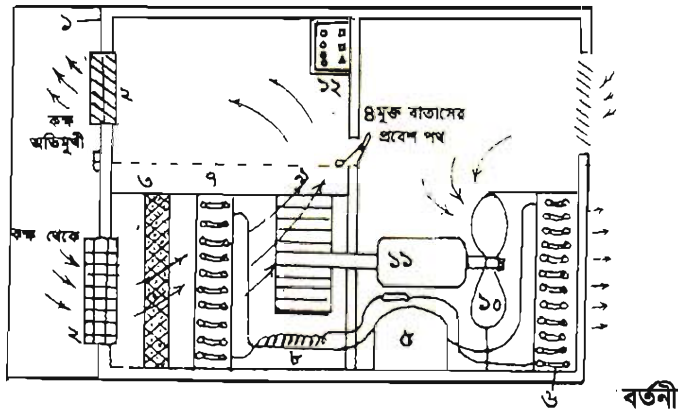
$$1.25 \text{ TR} = 15000 \text{ Btu/hr} = 4.375 \text{ kw} = 4375 \text{ w}$$

$$1.50 \text{ TR} = 18000 \text{ Btu/hr} = 5.25 \text{ kw} = 5250 \text{ w}$$

$$2.00 \text{ TR} = 24000 \text{ Btu/hr} = 7.00 \text{ kw} = 7000 \text{ w}$$

$$2.25 \text{ TR} = 27000 \text{ Btu/hr} = 7.875 \text{ kw} = 7875 \text{ w}$$

১৮.৫ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বায়ু বর্তনী অঙ্কন



১৮.৬ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে ব্যবহৃত রেফ্রিজারেন্ট

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে সাধারণত HCFC-22 ব্যবহৃত হতো এবং এখনও হচ্ছে, HCFC-22 রেফ্রিজারেন্ট ওজোন স্তরের ক্ষতি করে এবং পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে। সে কারণে এখন উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে R-407C ব্যবহৃত হচ্ছে। নিচে এ দুটি রেফ্রিজারেন্টের রাসায়নিক নাম ও রাসায়নিক ফর্মুলা দেওয়া হলো

HCFC-22	CHIF2	Monocloro di-fluro methane (মনোক্লোরো ডাই ফ্লোরো মিথেন)
HFC-407C	32+125+134A (10%+70%+20%) R-32-C ₂ H ₂ F ₂ + R-125-C ₂ HF ₂ CF ₃ + R-134a-CF ₃ CH ₂ F	হাইড্রোফ্লোরো কার্বন ব্রেন্ড Methylene fluriode Pentafluoro ethane tetra Fluro ethane

১৮.৭ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে ব্যবহৃত মোটরের বর্ণনা

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে মূলত দুটি মোটর থাকে। একটি কমপ্রেসর মোটর এবং অপরটি ব্লোয়ার মোটর।

কমপ্রেসর মোটর

এটি একটি হারমেটিক মোটর যা রেসিস্থ্রোকেটিং বা রোটরি টাইপ হয়ে থাকে। এ মোটরগুলো সাধারণত ক্যাপাসিটর রান মোটর (Capacitor run motor) বা পার্মানেন্ট স্প্লিট ক্যাপাসিটর মোটর (Permanent split Capacitormotor) হয়ে থাকে। মোটর আকারে বড় হলে বা কোনো কারণে স্টার্টিং টর্ক কম হলে ক্যাপাসিটর স্টার্ট এবং ক্যাপাসিটর রান মোটর ব্যবহার করা হয়। এ মোটরে তিনটি টার্মিনাল থাকে (ক) কমন (খ) স্টার্ট (গ) রান। স্টার্ট ওয়েন্ডিং-এর সাথে সিরিজে একটি রান ক্যাপাসিটর সংযুক্ত থাকে, স্টার্ট ক্যাপাসিটর সংযোগ করলে রান ক্যাপাসিটরের প্যারাললে পটেনশিয়াল রিলে দিয়ে সংযোগ করতে হয়।

ব্লোয়ার মোটর

ব্লোয়ার মোটর দুই ধরনের হয়ে থাকে। যথা

১। শেডেড পোল মোটর (Shaded pole motor)

২। মাল্টি স্পিড ক্যাপাসিটর রান মোটর (Multi speed capacitor run motor)

শেডেড পোল মোটর

শেডেড পোল মোটরে একটি ওয়েন্ডিং থাকে। স্টার্টিং কয়েলের পরিবর্তে পোল শেডিং করা থাকে। এর স্টার্টিং টর্ক খুব কম। কম ক্ষমতার এয়ারকন্ডিশনারে এটি ব্যবহৃত হয়। এ মোটরের টার্মিনাল সংখ্যা খুব কম। দুই গতির মোটরে তিনটি টার্মিনাল থাকে কমন বা রান, হাই এবং লো।

মাল্টি স্পিড ক্যাপাসিটর মোটর

এ মোটরটি ওপেন টাইপ। স্টার্টিং-এর সাথে একটি রান ক্যাপাসিটর সিরিজে সংযুক্ত থাকে। মোটরগুলো দুই বা তিন গতির হয়। দুই গতির মোটরে চারটি লোপ থাকে এবং তিন গতির মোটরে পাঁচটি লোপ

থাকে। সিলেকটর সুইচের সাথে বিভিন্ন গতির লোপগুলো সংযুক্ত থাকে এবং সিলেকটর সুইচ ঘুরিয়ে গতি কম-বেশি করতে হয়। মোটরের রোটর শ্যাফটের ইভাপোরেটর প্রান্তে একটি এবং কনডেনসার প্রান্তে একটি ফ্যান লাগানো থাকে। উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে এ মোটর ব্যবহার বেশি দেখা যায়।

প্রশ্নমালা-১৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে দেয়ালের ভেতরের এবং বাইরের অংশগুলোর নাম লেখ।
২. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বিভিন্ন অংশের অবস্থান রেখাচিত্রের সাহায্যে দেখাও।
৩. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।
৪. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেশন সাইকেলের অংশগুলোর নাম লেখ।
৫. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার তৈরি করে এরম দশটি কোম্পানির নাম লেখ।
৬. বর্তমান বাজারে যেসব উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার পাওয়া যায় সেগুলোর ক্ষমতা যে কোনো এককে প্রকাশ কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বর্তমান উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারে যে রেফ্রিজারেন্ট ব্যবহৃত হয় তাদের রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার, রাসায়নিক ফর্মুলা এবং রাসায়নিক নাম লেখ।
২. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে ব্যবহৃত কমপ্রেসর মোটরের সংক্ষিপ্ত পরিচয় দাও।
৩. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে বহুল ব্যবহৃত ব্লোয়ার মোটরের সংক্ষিপ্ত পরিচয় দাও।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেশন সাইকেল অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর এবং হিমায়ন চক্রের কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে লেখ।
২. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩. হিটিং এবং কুলিং-এ ব্যবহারযোগ্য একটি উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের প্রবাহচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৪. উইন্ডো টাইপি এয়ারকন্ডিশনারের বায়ু বর্তনী অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৫. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহৃত মোটরের বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্ন:

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার দীর্ঘদিন যাবৎ মানুষের গৃহে এবং অফিস কক্ষে ব্যবহার হয়ে আসছে। স্প্লিন্ট এয়ার কন্ডিশনার-এর ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে এবং উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহার হ্রাস পাচ্ছে। তবে অপেক্ষাকৃত ছোট উইন্ডোর এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহার এখন দেখা যাচ্ছে।

১. উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের নামকরণের সার্থকতা কী
২. বড় উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহার দিন দিন হ্রাস পাচ্ছে কেন?
৩. ছোট উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার বাজারে বেশি পাওয়া যাচ্ছে কেন?
৪. উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের ক্ষমতার এককগুলো কী কী?
৫. উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের যে রেফ্রিজারেন্ট ব্যবহৃত হয় তাদের নাম্বার লেখ।

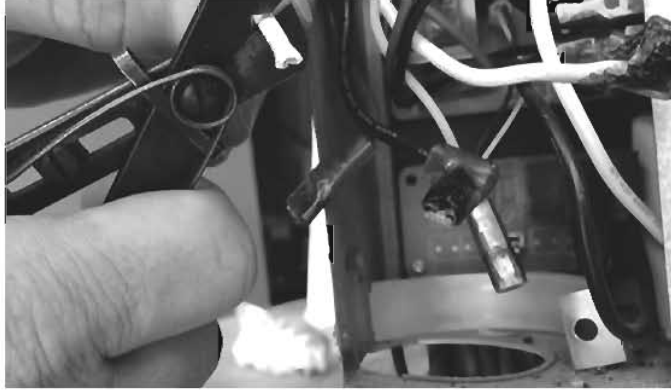
উনবিংশ অধ্যায়

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ত্রুটি

(Troubles of window type air conditioner)

১৯.১ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ত্রুটির তালিকা

১. এয়ারকন্ডিশনার চলে কিন্তু ঠান্ডা রকম হয়
২. এয়ারকন্ডিশনার চলে না
৩. এয়ারকন্ডিশনার চালু করার সাথে সাথে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করে
৪. এয়ারকন্ডিশনারের ইভাপারেটরে বরফ জমে
৫. এয়ারকন্ডিশনার থেকে বাতাস পাওয়া যায় না
৬. এয়ারকন্ডিশনার চাললে খুব বেশি শব্দ হয়



১৯.২ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ত্রুটির কারণসমূহ

১. এয়ারকন্ডিশনার চলে কিন্তু ঠান্ডা কম হওয়ার কারণসমূহ
 - (ক) গোলযোগপূর্ণ থার্মোস্ট্যাট
 - (খ) গোলযোগপূর্ণ ওভারলোড প্রটেক্টর
 - (গ) টিলা সংযোগ
 - (ঘ) রেফ্রিজারেন্ট কম
 - (ঙ) সেট্রাইনার বা ক্যাপিলারি টিউব আংশিক জ্যাম
 - (চ) ময়লাযুক্ত এয়ার ফিল্টার
 - (ছ) ময়লাযুক্ত কুলিং কয়েল
 - (জ) ময়লাযুক্ত কনডেনসার
 - (ঝ) লো ভোল্টেজ
 - (ঞ) গোলযোগপূর্ণ মোটর

(ট) কমপ্রেসরের পাম্পিং কম

২. এয়ার কুলার না চলার কারণসমূহ

- (ক) বিদ্যুৎ সরবরাহ নেই
- (খ) লো ভোল্টেজ
- (গ) খোলা বর্তনী
- (ঘ) গোলযোগপূর্ণ মোটর
- (ঙ) ঢিল সংযোগ
- (চ) খারাপ ক্যাপাসিটর
- (ছ) গোলযোগপূর্ণ সিলেকটর সুইচ

৩. এয়ারকুলার চালু করার সাথে সাথে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করার কারণসমূহ

- (ক) লাইনে শর্টসার্কিট
- (খ) মোটর জ্বলা
- (গ) ক্যাপাসিটর শর্ট
- (ঘ) ঢিলা সংযোগ
- (ঙ) ক্যাপাসিটর মোটরের মাধ্যমে আর্থ সংযোগ

৪. এয়ারকুলারের ইভাপোরেটরে বরফ জমার কারণসমূহ

- (ক) ময়লাযুক্ত ফিল্টার
- (খ) ময়লাযুক্ত কুলিং কয়েল
- (গ) ব্রোয়ার চলে না

৫. এয়ারকুলার থেকে বাতাস না পাওয়ার কারণসমূহ

- (ক) ব্রোয়ার ফ্যান খারাপ
- (খ) ফ্যান বুশ বেয়ারিং খারাপ
- (গ) ফ্যান ক্যাপাসিটর দুর্বল বা খারাপ
- (ঘ) ফিল্টার বা কুলিং কয়েল জ্যাম

৬. এয়ারকুলার চালালে খুব বেশি শব্দ হওয়ার কারণসমূহ

- (ক) মোটরের বুশ খারাপ
- (খ) ফ্যান ব্লেড বাঁকা বা ভাঙা
- (গ) ফ্যান মোটর/ ব্লেড ঢিলা

- (ঘ) ব্লেড গার্ড যথাস্থানে বসানো নেই
- (ঙ) কমপ্রেসর মাউন্টিং বোল্ড টিলা
- (চ) ভোল্টেজ ওঠা-নামা করে

১৯.৩ প্রত্যেক প্রকার ত্রুটির প্রতিকার

এয়ারকুলার চলে কিন্তু ঠান্ডা কম হয় এর প্রতিকার: ফিল্টার ময়লাযুক্ত হলে বাতাস প্রবাহের হার কমে যায়। এক্ষেত্রে ফিল্টার পরিষ্কার করলে বা বদলিয়ে দিলে এয়ার কুলার থেকে ভালো ঠান্ডা পাওয়া যাবে। থার্মোস্ট্যাট ত্রুটি যুক্ত হলে এরূপ হতে পারে। থার্মোস্ট্যাট খুলে পরীক্ষা করতে হবে। থার্মোস্ট্যাট অ্যাডজাস্ট করা না গেলে পরিবর্তন করতে হবে।

রেফ্রিজারেন্ট কমে গেলে ঠান্ডা কমে যেতে পারে। রেফ্রিজারেন্ট কমে যাওয়ার কারণ খুঁজে বের করতে হবে অর্থাৎ লিক শনাক্ত করতে হবে। লিক মেরামত করে ভ্যাকুয়াম করে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে। কমপ্রেসরের পাম্পিং কমে গেলে কমপ্রেসর পরিবর্তন করে নতুন কমপ্রেসর লাগাতে হবে এবং ভ্যাকুয়াম করে সঠিক পরিমাণ রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে। ইভাপোরেটর ও কনডেনসারে ময়লা জমলে পরিষ্কার করতে হবে। ভোল্টেজ কম হলে কারণ অসুস্থকান করে স্বাভাবিক ভোল্টেজের ব্যবস্থা করতে হবে।

এয়ার কুলার চলে না এর প্রতিকার

বিদ্যুৎ সরবরাহ না থাকলে ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, প্লাগ পয়েন্ট, মেইন সাপ্লাই পরীক্ষা করতে হবে। সমস্যা সমাধান করে বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করতে হবে। ভোল্টেজ কম হলে স্বাভাবিক ভোল্টেজের ব্যবস্থা করতে হবে। বর্তনী খোলা আছে কিনা পরীক্ষা করার জন্য অ্যাভোমিটারের ওহমে সেট করতে হবে এবং প্লাগ পয়েন্ট, সিলেকটর, সুইচ, ওভারলোড প্রটেকটর-এর সংযোগগুলো পরীক্ষা করে ত্রুটি বের করে সে মোতাবেক ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে। ক্যাপাসিটর খারাপ কিনা পরীক্ষা করতে হবে। খারাপ হলে বদলাতে হবে। মোটরে গোলযোগ থাকলে পরিবর্তন করতে হবে। সিলেকটর সুইচে ত্রুটি আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে। ত্রুটি আছে নিশ্চিত হলে পরিবর্তন কতে হবে।

এয়ার কুলার চালু করার সাথে সাথে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করার প্রতিকার:

লাইনে শর্ট সার্কিট থাকলে পরীক্ষা করে শর্ট সার্কিট বের করে মেরামত করে ইউনিট চালু করতে হবে। মোটর জ্বলে গেলে পরিবর্তন করতে হবে। ক্যাপাসিটর শর্ট হলে বদলাতে হবে।

এয়ারকুলারের ইভাপোরেটরে বরফ জমলে তার প্রতিকার: ব্রোয়ার না ঘুরলে ব্রোয়ার মোটর পরীক্ষা করে না ঘুরার কারণ বের করতে হবে। ক্যাপাসিটর দুর্বল হলে ক্যাপাসিটর বদলাতে হবে, ওয়েভিং-এ ত্রুটি থাকলে মোটর পরিবর্তন করতে হবে। ফিল্টার ও ইভাপোরেটরে ময়লা থাকলে পরিষ্কার করতে হবে।

প্রশ্নমালা-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. উইন্ডো টাইপ এয়ারকুলারে সাধারণত যেসব ত্রুটি দেখা দেয় তার একটি তালিকা প্রস্তুত কর।
২. এয়ারকুলার চলে কিন্তু ঠান্ডা কম হয় এর কারণগুলো লেখ।
৩. এয়ারকুলার চলে না এর কারণগুলো লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৪. এয়ারকুলারে চালু করার সাথে সাথে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করে এর কারণগুলো লেখ।
৫. এয়ারকুলারের ইভাপারেটরে বরফ জমে এর কারণগুলো লেখ।
৬. এয়ারকুলারে থেকে বাতাস পাওয়া যায় না এর কারণগুলো লেখ।
৭. এয়ার কুলারে মেরামত বিল তৈরি কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. এয়ারকুলার চলে কিন্তু ঠান্ডা কম হয় এর কারণগুলো ও প্রতিকার লেখ।
২. এয়ারকুলার চলে না এর কারণগুলো ও প্রতিকার লেখ।
৩. এয়ারকুলার চালু করার সাথে সাথে ফিউজ জ্বলে যায় বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করে এর কারণগুলো এবং প্রতিকার লেখ।
৪. এয়ারকুলারের ইভাপারেটরে বরফ জমে এর কারণগুলো এবং প্রতিকার লেখ।
৫. এয়ারকুলার থেকে বাতাস পাওয়া যায় না এর কারণগুলো এবং প্রতিকার লেখ।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড়ে এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

এয়ারকুলারের ত্রুটি নির্ণয় এবং মেরামত করতে হলে একজন টেকনিশিয়ানের তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক জ্ঞানে সমৃদ্ধ হওয়া প্রয়োজন এবং কাজে ভালো দক্ষতা থাকা প্রয়োজন। ত্রুটি নিরূপণ করতে পরীক্ষা-নিরীক্ষার জন্য ভালো যন্ত্রপাতি প্রয়োজন এবং যন্ত্রপাতির সঠিক ব্যবহার জানতে হবে। একটি ত্রুটির অনেক কারণ থাকে, কিন্তু সঠিক কারণ একটি যা নির্ণয় করতে না পারলে ওই ত্রুটি মেরামত করা সম্ভব হয় না।

১. এয়ারকুলারের একটি ত্রুটির জন্য যে সকল কারণ থাকে তার মধ্যে কোন কারণটি আগে পরীক্ষা করতে হয়?
২. এয়ারকুলারের ত্রুটি নির্ণয় ও মেরামতের জন্য একজন টেকনিশিয়ানের কী কী জ্ঞান থাকা প্রয়োজন?
৩. এয়ারকুলারের সঠিক ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য টেকনিশিয়ানের কী প্রয়োজন হয়?
৪. এয়ারকুলারের কোনো ত্রুটির কারণ নির্ণয় ও প্রতিকার করতে না পারলে তোমার করণীয় কী?
৫. এয়ারকুলার চলার সময় ঝাঁকুনি দেওয়ার কারণ কী?

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ফ্যান মোটর

(Fan motor of window type air conditioner)

২০.১ ফ্যান মোটরের প্রয়োজনীয়তা

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ফ্যান মোটর ফ্যান ও ব্লোয়ারকে পরিচালনা করে। ফ্যান মোটর বা ব্লোয়ার মোটরের শ্যাফটের কনডেনসারের দিকে একটি ফ্যান থাকে। ফ্যান বায়ুমণ্ডল থেকে বাতাস এনে কনডেনসারে কয়েলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত করে। এতে কনডেনসারের তাপ বর্জনের হার বৃদ্ধি পায় ফলে রেফ্রিজারেন্ট ঘনীভূত হয়ে তরলে পরিণত হয়। শ্যাফটের ইভাপোরেটর প্রান্তে একটি ব্লোয়ার থাকে, ব্লোয়ার কক্ষের ভেতরের গরম বাতাস টেনে এনে ইভাপোরেটর কয়েলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত করে শীতল করে পুনরায় কক্ষে পাঠিয়ে দেয়।

২০.২ ফ্যান মোটরের প্রকারভেদ

ফ্যান মোটর দুই প্রকার

১. শ্যাডেড পোল মোটর

(Shaded pole motor)

২. পারমানেন্ট স্প্লিট ক্যাপাসিটর মোটর

(Permanent split capacitor motor)

২০.৩ ফ্যান মোটরের প্রধান অংশগুলোর বর্ণনা

ফ্যান মোটরের প্রধান অংশ দুটি

(ক) স্টেটর (Stator)

এতে ওয়েন্ডিং করা থাকে এবং বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়।

(খ) রোটর (Rotor)

রোটরে কোনো ওয়েন্ডিং থাকে না। রোটরটি লেমিনেটেড লোহার পাতের তৈরি। রোটরে কোনো বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয় না। স্টেটর-এর বৈদ্যুতিক আবেশে রোটর ঘুরে।

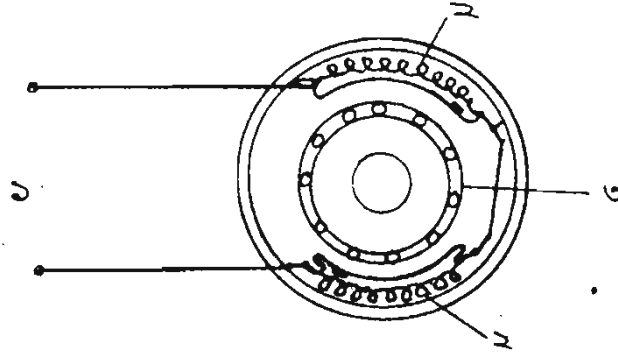
শ্যাডেড পোল মোটর

সিঙ্গেল ফেজ এসি মোটরে সাধারণত দুটি ওয়েন্ডিং থাকে স্টার্টিং এবং রানিং। শ্যাডেড পোল মোটরে একটি ওয়েন্ডিং থাকে। এতে কোনো স্টার্টিং ওয়েন্ডিং থাকে না, এটি কম ক্ষমতাসম্পন্ন হয়। এক টনের কম ক্ষমতা সম্পন্ন এয়ার কুলারে শ্যাডেড পোল মোটর ব্যবহার করা হয়। স্টার্টিং কয়েলের পরিবর্তে এতে শেডিং (Shading) কয়েল থাকে। এ ধরনের মোটরে প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন গতি কম। এর টার্মিনাল সংখ্যা কম থাকে।

দুই গতির শেডেড পোল মোটরের কমন বা রানিং (Running) হাই ও লো (Low) মোট তিনটি টার্মিনাল থাকে।

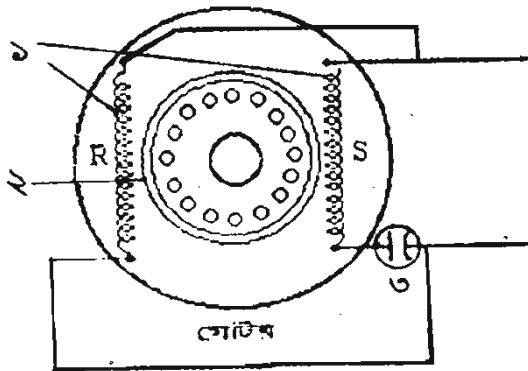
পারমানেন্ট স্প্লিট ক্যাপাসিটর মোটর (Permanent Split Capacitor Motor)

এতে রানিং ও স্টার্টিং থাকে। এর স্টার্টিং ওয়েন্ডিং-এর সাথে সিরিজে একটি রান ক্যাপাসিটর সংযুক্ত থাকে। মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবস্থা করা থাকে। এ ধরনের মোটর অপেক্ষাকৃত বেশি ক্ষমতা ও গতিসম্পন্ন হয়। ২ গতি মোটরে চারটি পোল এবং ৩ গতির জন্য পাঁচটি পোল থাকে। অধিকাংশ এয়ারকুলারে এটি ব্যবহার করা হয়।



১. সরবরাহ ২. স্টেটর ওয়েন্ডিং ৩. রোটর

চিত্র: ২০.১ শেডের পোল মোটর



১. ওয়েন্ডিং ২. রোটর ৩. ক্যাপাসিটর

চিত্র: ২০.২ পারমানেন্ট স্প্লিট ক্যাপাসিটর মোটর

২০.৪ ফ্যান মোটর পরীক্ষা পদ্ধতি বর্ণনা

উইন্ডো এয়ারকুলারের ফ্যান মোটর পরীক্ষা করতে হলে প্রথমে এয়ারকুলার চালাতে হবে। যদি বায়ুপ্রবাহ কম হয় তবে কনডেনসার, ইভাপারেটর ও ফিল্টার পরীক্ষা অর্থাৎ সার্ভিসিং করতে হবে। এতে বাতাস পরিমিত গতিতে না আসলে নিচের কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হবে।

১. ফ্যানের গতি কম হলে বুশ পরীক্ষা করতে হবে
২. বুশ ভালো থাকলে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করতে হবে
৩. ফ্যান না চললে ফ্যান মোটর পরীক্ষা করতে হবে
৪. প্রয়োজনে ফ্যানের ব্লেড পরীক্ষা করতে হবে।

ফ্যান ব্লেড ও বুশ পরীক্ষা

ফ্যান হাত দিয়ে ঘুরিয়ে এর ব্যালেন্সিং (Balancing) লক্ষ্য করতে হবে এবং শব্দ অনুধাবন করতে হবে। শব্দ বা ভারসাম্য লক্ষ্য করে বোঝা যাবে ব্লেয়ারিং (Bearing) বা ব্লেড (Blade) ভাঙা আছে কিনা। প্রয়োজনে ব্লেয়ারিং বা বুশ বা ব্লেড পরিবর্তন করতে হবে।

ক্যাপাসিটর পরীক্ষা

অ্যামিটার বা ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার দ্বারা ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করতে হবে। যদি ক্যাপাসিটর খারাপ হয় তবে তা পরিবর্তন করতে হবে।

টার্মিনাল পরীক্ষা

সার্কিটের ফ্যান মোটরের তারগুলো রানিং, স্টার্টিং, হাই, মিডিয়াম, লোহ ইত্যাদি হিসেবে চিহ্নিত করতে হবে। অতঃপর সিলেকটর সুইচ ও ক্যাপাসিটর হতে ফ্যানের তারের লোপগুলো খুলতে হবে। সর্ব প্রথম বডি পরীক্ষা করতে হবে। ওয়েন্ডিং বডি না হলে স্টার্টিং ও রানিং এর ওহম মেপে নিম্নবর্ণিত সারণির সাথে মিলিয়ে দেখতে হবে ওয়েন্ডিং সঠিক আছে কিনা।

মোটরের স্টার্টিং ও রানিং ওয়েন্ডিং-এর তুলনার সারণি

H.P	রানিং ওয়েন্ডিং (ওহম)	স্টার্টিং ওয়েন্ডিং (ওহম)
1/8	10-15	20-25
1/6	8-12	18-20
1/5	6-10	15-20
1/4	4-8	12-14

মোটর ওয়েন্ডিং পরীক্ষা

অ্যাভোমিটার-এর সাহায্যে মেটের ওয়েন্ডিং-এর কনটিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। অ্যাভোমিটার কনটিনিউটি প্রদান করলো ওয়েন্ডিং ভালো আছে। পরীক্ষাটি নিচের ধারাবাহিকতায় করতে হবে।

- (১) ওহম মিটার-এর টেস্টপ্রব মোটরের কমন (C) ও স্টার্টিং (S) টার্মিনাল এ সংযোগ দিতে হবে
- (২) ওহম মিটার-এর টেস্টপ্রব মোটরের কমন (C) ও রানিং (R) টার্মিনালে সংযোগ হতে হবে
- (৩) ওহম মিটার-এর টেস্টপ্রব মোটরের স্টার্টিং (S) ও রানিং (R) টার্মিনালে সংযোগ হতে হবে

বডি পরীক্ষা

মোটরের হাইস্পিড টার্মিনাল এবং বডির সাথে অ্যাভোমিটারের টেস্টপ্রবদ্বয় ধরলে কনটিনিউটি দেখালে মোটর বডি অবস্থায় আছে।

প্রশ্নমালা-২০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে ফ্যান/ব্লোয়ার মোটরের কাজ কী?
২. ফ্যান মোটর কত প্রকার?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১. ফ্যান মোটরের প্রধান অংশগুলোর নাম লিখে সংক্ষেপে এর বর্ণনা দাও।
২. ফ্যান মোটরের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১. শ্যাডেড পোল মোটরের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
২. পারমানেন্ট স্প্লিটক্যাপাসিটর মোটরের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৩. ফ্যান/ব্লোয়ার মোটরের পরীক্ষা পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন:

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

ফ্যান/ব্লোয়ার মোটর সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর-এর প্রধান অংশ দুটি স্টেটার ও রোটর। এর স্টেটারে ওয়েন্ডিং থাকে কিন্তু রোটরে কোনো ওয়েন্ডিং থাকে না। স্টেটার ওয়েন্ডিং-এ বিদ্যুৎ সরবরাহ দিলে স্টেটার ইলেকট্রোম্যাগনেটে পরিণত হয়। স্টেটারে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিলে ফ্রিকোয়েন্সি অনুসারে (আমাদের দেশে ৫০ বার) স্টেটারে ইলেকট্রো ম্যাগনেটের পোলারিটি পরিবর্তন হয়। পোলারিটি পরিবর্তনকালে রোটরের বিপরীতমুখী বিদ্যুৎ তথা ম্যাগনেটের সৃষ্টি হয়। স্টেটার ও রোটরের ম্যাগনেটের আকর্ষণে-বিকর্ষণ মোটর ঘোরে, মোটরের স্টার্টিং টর্ক এবং পাওয়ার ফ্যাক্টর বাড়ানোর জন্য একটি রান ক্যাপাসিটর যুক্ত থাকে।

১. ইন্ডাকশন মোটরের কোয়ায় ওয়েন্ডিং থাকে?
২. রোটর কীভাবে ম্যাগনেট হয়?
৩. মোটর কীভাবে ঘূর্ণন গতি লাভ করে?
৪. ফ্যান/ব্লোয়ার মোটরের গতি কম-বেশি হয় কীভাবে?
৫. ফ্যান/ব্লোয়ার মোটরের ক্যাপাসিটরের কাজ কী?

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের স্থাপন

(Installation of Window type air conditioner)

২১.১ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন

এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের পূর্বে ওই কক্ষের কুলিং লোড ক্যালকুলেশন করতে হয়। এটি একটি জটিল ও দীর্ঘ মেয়াদি ব্যবস্থাপনা। তাই অধিকাংশ ক্ষেত্রে থামরুল ব্যবহার করে এয়ারকন্ডিশনারের ক্যাপাসিটি নির্ধারণ করা থাকে। থামরুল অনুসারে ১০-১১ ফুট উচ্চতার কক্ষের জন্য ১২০ বর্গফুট থেকে ১৫০ বর্গফুট ক্ষেত্রের জন্য এক টন ক্যাপাসিটির উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন করা হয়ে থাকে। কিন্তু এটি থামরুলের সঠিক নিয়ম নয়। থামরুল অনুসারে ক্যাপাসিটি নির্ধারণ করতে ওই কক্ষের অবস্থা ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করা প্রয়োজন। কক্ষটি কোন তলায় অবস্থিত, সূর্যের আলো কতক্ষণ লাগে, ইলেকট্রিক সরঞ্জাম ও দরজা-জানালা কীরূপ ইত্যাদি দেখে কক্ষের হিট লোড সম্বন্ধে একটি আনুমানিক ধারণা নিতে হবে। যদি হিট লোড বেশি মনে হয় তবে ১২০ বর্গফুট বা তার কম জায়গার জন্য এক টন ক্যাপাসিটির এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন করতে হবে। পক্ষান্তরে হিট লোড কম মনে হলে ১৫০ বর্গফুট জায়গার জন্য এক টন ক্যাপাসিটির এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন করা যেতে পারে।

২১.২ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে স্থান নির্বাচন-

এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনে দেয়াল নির্বাচন

- (১) মুক্ত দেয়াল (Free Wall) কোন দিকে তা দেখতে হবে
- (২) চার দেয়াল মুক্ত থাকলে অগ্রাধিকার ভিত্তিতে যথাক্রমে উত্তর, পূর্ব, দক্ষিণ ও পশ্চিম দেয়াল নির্বাচন করতে হবে।
- (৩) মেঝে হতে ৩ থেকে ৫ ফুট বা ১ থেকে ১.৭৫ মিটার উচ্চতায় স্থাপন করতে হবে।
- (৪) সম্ভব হলে পাশের দেয়ালে স্থাপন করতে হবে
- (৫) কাচের দেয়াল হলে লোহার স্তম্ভ (Stand) লাগবে।

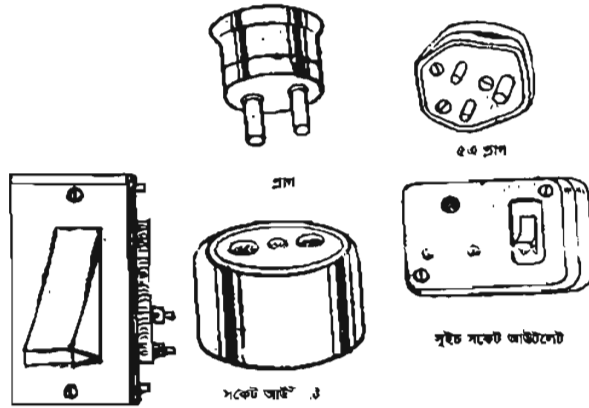
এয়ারকন্ডিশনার চালানোর পূর্বে লক্ষণীয় বিষয়

- (১) সার্ভিস লাইনের সাইজ/ কারেন্ট বহন করার ক্ষমতা
- (২) এনার্জি মিটারের ক্ষমতা
- (৩) মিটার থেকে এসির জন্য সরবরাহ লাইনের সাইজ, কারেন্ট বহন ক্ষমতা
- (৪) প্লাগ, সকেট, সার্কিট ব্রেকারের মান
- (৫) আর্থিং-এর ব্যবস্থা
- (৬) এসি নির্মাতা কর্তৃক নির্দেশনা

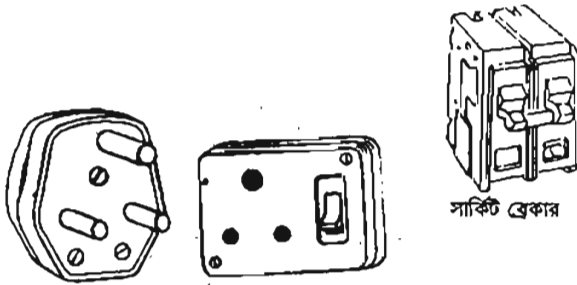
২১.৩ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনে বিবেচ্য বিষয়াদির তালিকা

- (১) বাইরের বা ভেতরের দিকে যেন পড়ে না যায়
- (২) প্রতিবেশী বা পথচারীদের যেন অসুবিধা না হয়
- (৩) কক্ষের মধ্যে যেন বাতাস সঞ্চালন ভালো হয়
- (৪) ভেতরের দিকে যেন পানি না পড়ে
- (৫) রক্ষণাবেক্ষণ করতে যেন সুবিধা হয়
- (৬) স্থাপনজনিত শব্দ না হয়
- (৭) শীতল বায়ু যেন বাইরে যেতে না পারে অর্থাৎ স্থাপনজনিত লিক না থাকে

২১.৪ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার চালানোর বৈদ্যুতিক সংযোগ সুইচ সকেট, সার্কিট ব্রেকার অঙ্কন

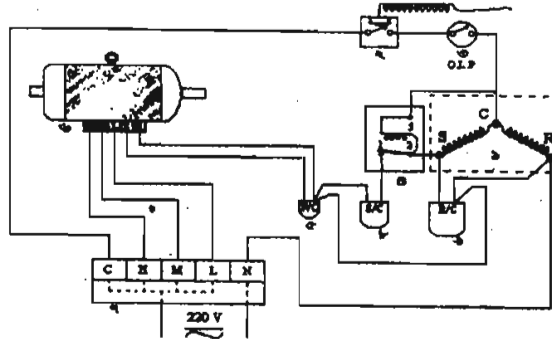


চিত্র: ২১.১ পিয়ালো কি টাইপ সুইচ চিত্র: ২১.২ টু-পিন সকেট ও প্লাগ



চিত্র: ২১.৩ থ্রি পিন সকেট ও প্লাগ চিত্র: ২১.৪ সার্কিট ব্রেকার

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনী: তিন গতির উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনী



চিত্রঃ ২১.৫ উইন্ডো এসির বৈদ্যুতিক বর্তনী

প্রশ্নমালা-২১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচনের পদ্ধতি উল্লেখ কর।
২. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনে দেয়াল নির্বাচনের বিষয়গুলো উল্লেখ কর।
৩. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার চালানোর আগে লক্ষণীয় বিষয়গুলো উল্লেখ কর।
৪. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের বিবেচ্য বিষয়গুলোর তালিকা প্রস্তুত কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৫. একটি পিয়ানো কি টাইপ সুইচ অঙ্কন কর।
৬. দুই পিন সকেট ও প্লাগ অঙ্কন কর।
৭. তিন পিন সকেট ও প্লাগ অঙ্কন কর।
৮. সার্কিট ব্রেকার অঙ্কন করে।
৯. তিন পিন প্লাগ ও সকেট আউটলেট অঙ্কন কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. তিন গতি বিশিষ্ট উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে বৈদ্যুতিক বর্তনী অঙ্কন কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

কোনো কক্ষের জন্য উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন ও স্থাপন একটি জটিল কাজ। কিন্তু বাস্তবে কেউ কক্ষের কুলিং বোর্ড ক্যালকুলেশন করে এয়ারকুলার-এর ক্ষমতা নির্ধারণ করে না। থামরুল অনুসরণ করে এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন করে স্থাপন করে থাকে।

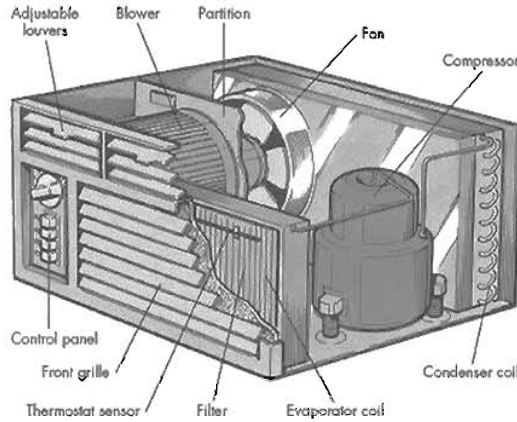
১. থামরুল কাকে বলে?
২. উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচনে থামরুলটি উল্লেখ কর।
৩. এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের পর এর কোনো যান্ত্রিক ত্রুটি না থাকা সত্ত্বেও অবনরত চলার কারণ কী?
৪. এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের পর কোনো যান্ত্রিক ত্রুটি না থাকা সত্ত্বেও ঘন ঘন বন্ধ ও চালু হওয়ার কারণ কী?
৫. উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের ক্ষেত্রে দেয়াল নির্বাচনের ক্ষেত্রে সব দেয়াল মুক্ত থাকলে তুমি কোন দেয়াল নির্বাচন করবে।

ষাৰিংশ অধ্যায়
উইন্ডো টাইপ এয়াৰকন্ডিশনাৰেৰ ৰক্ষণাবেক্ষণ
(Mintenance of window type air conditioner)

২২.১ উইন্ডো টাইপ এয়াৰকন্ডিশনাৰেৰ ৰক্ষণাবেক্ষণেৰ ধ্যয়োজনীয়তা

উইন্ডো টাইপ এয়াৰকন্ডিশনাৰ সঠিকভাবে চলার জন্য এর পরিচর্যা বা যত্ন নেওয়াকে (Take Care) ৰক্ষণাবেক্ষণ বলে। এটি পরিচালনার জন্য কিছু সাধারণ ও কারিগরি জ্ঞান থাকা ধ্যয়োজন। সঠিক ৰক্ষণাবেক্ষণ ব্যতীত উইন্ডো এয়াৰকন্ডিশনাৰেৰ দীৰ্ঘায়ু চিন্তা করা যায় না। তাই নিম্নলিখিত ধ্যয়োজনে এয়াৰকন্ডিশনাৰ ৰক্ষণাবেক্ষণ ধ্যয়োজন।

(ক) এয়াৰকন্ডিশনাৰেৰ দীৰ্ঘস্থায়িত্বের জন্য (খ) বড় ধরনের ক্ষয়ক্ষতি হতে একে রক্ষা করার জন্য (গ) এয়াৰ কন্ডিশনাৰেৰ পূর্ণ কর্মদক্ষতা বজায় রাখার জন্য (ঘ) দীৰ্ঘদিন একই কর্মদক্ষতার কাজ করার জন্য (ঙ) এর প্রতিটি অংশ থেকে সুষ্ঠুভাবে কাজ পাওয়ার জন্য (চ) সকল প্রকার বৈদ্যুতিকত্রটি থেকে একে রক্ষা করার জন্য।



চিত্র : উইন্ডো টাইপ এয়াৰকন্ডিশনাৰ

২২.২ উইন্ডো টাইপ এয়াৰকন্ডিশনাৰেৰ ৰক্ষণাবেক্ষণ বর্ণনা

(১) এয়াৰ ফিল্টার (Air Filter) পরিষ্কার করা বা পরিবর্তন করা (২) ফ্যান মোটরের বুশ বেয়ারিংয়ে যথানিয়মে তেল দেওয়া (৩) বুশ বেয়ারিং মেরামত বা পরিবর্তন করা (৪) ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করা এবং ধ্যয়োজন হলে বদল করা (৫) বৈদ্যুতিক লাইন ও সংযোগসমূহ পরীক্ষা ও মেরামত করা (৬) ফ্যান ব্লেড মেরামত করা (৭) ইভাপোরেটর বা কনডেনসার-এর ফিল সোজা করা (৮) সিলেকটর সুইচ পরীক্ষা করে ধ্যয়োজনে মেরামত করা (৯) থার্মোস্টাট, ওভারলোড প্রটেক্টর পরীক্ষা করা এবং ধ্যয়োজনীয় ব্যবস্থা নেওয়া (১০) উইন্ডো এয়াৰকুলার সার্ভিসিং করা (১১) রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা বা অনুবৃশ ৰক্ষণাবেক্ষণ কাজ করা। এর পাশাপাশি কিছু সতর্কতামূলক কাজ করতে হয়। যেমন- লাইন ভোল্টেজ ড্রপ করলে এয়াৰকুলার বন্ধ রাখা, বন্ধ হওয়ার অন্তত ৩-৫ মিনিট সময় অপেক্ষা করে পুনরায় চালু করা, সিলেকটর সুইচ নব যথাযথভাবে যেমন পর্যায়ক্রমে ডানে ঘুরানো (ঘড়ির কাঁটার দিকে) অথবা পুশ বাটন হলে যথাক্রমে ফ্যান, লো কুল ফ্যান প্রভৃতি অনুসারে নব পুশ করা।

২২.৩ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের মাসিক/ বাৎসরিক রক্ষণাবেক্ষণ

মাসিক রক্ষণাবেক্ষণের জন্য কাজ খুব কম-এর মধ্যে ফ্রন্টখিল এবং ফিল্টার পরিষ্কার করা। পরিষ্কার করার কাজে হালকা ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি ব্যবহার করতে হবে। প্লাগ পরীক্ষা করে দেখতে হবে এর তারের সংযোগ টিলা কিনা। সংযোগ টিলা হলে টাইট করে দিতে হবে। বাৎসরিক রক্ষণাবেক্ষণ বলতে সার্ভিসিং বোঝায়। কুলার কেস বা চেসিস থেকে নামিয়ে আনতে হবে। ফ্রন্টখিল ও নবসমূহ খুলে ফেলতে হবে। মোটর বডি, ফ্যাড, কুলিং কয়েল কনডেনসারসহ অন্যান্য অংশ এয়ার ব্লোয়ার মোটর এবং কমপ্রেসরের টার্মিনাল বক্স পলিথিন দিয়ে আবৃত করতে হবে। যাতে এর ভিতর পানি প্রবেশ করতে না পারে, প্রয়োজন হলে ব্লোয়ার মোটর খুলে ফেলতে হবে। হালকা ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে। শক্ত ময়লাগুলো পরিষ্কার করার জন্য ব্রাশ ব্যবহার করতে হবে। পরিষ্কার পানি দিয়ে সম্পূর্ণ অংশ ভালোভাবে ধুয়ে ফেলতে হবে, যাতে এর গায়ে ডিটারজেন্ট লেগে না থাকে।

নোট: ডিটারজেন্ট হিসেবে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা যাবে না। কারণ এটি অতিমাত্রায় ক্ষয়কারক।

কমপ্রেসড এয়ার বা ডাস্ট ব্লোয়ার দিয়ে সমস্ত অংশ শুকিয়ে ফেলতে হবে। ফিল্টার বাঁকা হলে সোজা করে দিতে হবে। পরিষ্কার কাজ শেষ হওয়ার পর বৈদ্যুতিক সংযোগগুলো পরীক্ষা করতে হবে। সমস্ত বৈদ্যুতিক সংযোগ মজবুত করতে হবে। মোটর, ক্যাপাসিটর, ওভারলোড প্রটেকটর, থার্মোস্ট্যাট, রিলে, সুইচ ইত্যাদি ঠিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হবে। কুলার পুনরায় কেসিং বা চেসিসে পুনঃস্থাপন করতে হবে।

ফ্রন্টখিল, নবসমূহ লাগিয়ে বৈদ্যুতিক সংযোগ দিতে হবে। এয়ারকুলার চালিয়ে তার পারফরমেন্স পরীক্ষা করতে হবে। খিল টেম্পারেচার পরীক্ষা করতে হবে এবং লিখে রাখতে হবে। এয়ারকুলার এক ঘণ্টা চলার পর কম্প্রের বিভিন্ন জায়গার তাপমাত্রা রেকর্ড করতে হবে। কম্প্রের বিভিন্ন জায়গার আর্দ্রতা পরীক্ষা করতে হবে এবং লিখতে হবে। কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ পরীক্ষা করতে হবে। এক ঘণ্টা পর থার্মোস্ট্যাটের অপারেশন পরীক্ষা করতে হবে। কনডেনসারে প্রবেশকৃত বাতাস ও বের হয়ে যাওয়া বাতাসের তাপমাত্রা পরীক্ষা করতে হবে। শব্দ ও কম্পন পরীক্ষা করতে হবে।

২২.৪ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার ব্যবহারকারীর প্রতি উপদেশাবলি

এয়ার কুলার দামি ও বৈদ্যুতিক শক্তিচালিত ইউনিট। যথাযথ নিয়মে একে পরিচালনা বা রক্ষণাবেক্ষণ না করলে যে কোনো সময় বড় ধরনের দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। তাই ব্যবহারকারীর নিম্নলিখিত বিধিগুলো মেনে চলা উচিত।

(ক) এয়ার কুলারচালু করার পূর্বে নিশ্চিত হতে হবে লাইনে বিদ্যুৎ সরবরাহ এবং লাইন ভোল্টেজ সঠিক আছে।

কম বা বেশি ভোল্টেজ হলে এয়ারকন্ডিশনার চালানো যাবে না।

(খ) নিশ্চিত হতে হবে প্লাগ মজবুতভাবে লাগানো আছে

(গ) এয়ারকুলার কন্ট্রোল বোর্ড সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে।

- (ঘ) সর্বপ্রথম শুধু ফ্যান (নব দিয়ে) চালু করতে হবে। অর্থাৎ শুধু হাই বা মিডিয়াম বা লো ফ্যান চালু করতে হবে।
- (ঙ) ফ্যান পূর্ণ গতিতে এলে কমপ্রেসর চালু করতে হবে। এ ক্ষেত্রে শুধুমাত্র ফ্যানকে চালু করে ৩-৫ মিনিট পর কমপ্রেসর চালু করা ভালো।
- (চ) হাই ও লো কুল সিলেকটরে সুইচের ক্ষেত্র প্রথমে লো কুল অন করতে হবে।
- (ছ) হাই, মিডিয়াম লো কুলের ক্ষেত্রে প্রথমে মিডিয়াম, পরে প্রয়োজনমতো হাই বা লো কুল চালু করতে হবে।
- (জ) চলন্ত অবস্থায় প্লাগ গরম হয় কিনা পরীক্ষা করতে হবে। প্লাগ গরম হলে মজবুত করে লাগাতে হবে।
- (ঝ) এয়ার ফিল্টার (Air Filter) ১৫-৩০ দিন পরপর পরিষ্কার করতে হবে।
- (ঞ) কোনো কারণে এয়ারকুলার বন্ধ হলে বা বন্ধ করলে ৩-৫ মিনিট পরে পুনরায় চালু করতে হবে।
- (ট) লাইনের হাই, লো ভোল্টেজ থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য ভোল্টেজ প্রটেকটর বা ভোল্ট গার্ড বা ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার ব্যবহার করতে হবে।
- (ঠ) ফিউজ বারবার পুড়ে গেলে বা ভোল্টেজ প্রটেকটর বারবার ট্রিপ (Trip) করলে বা বন্ধ হলে অভিজ্ঞ টেকনিশিয়ান ডাকতে হবে।
- (ড) অস্বাভাবিক কোনো শব্দের সৃষ্টি হলে কুলার বন্ধ করে অভিজ্ঞ টেকনিশিয়ান ডাকতে হবে।
- (ঢ) কুলিং কয়েলে মাত্রাতিরিক্ত বরফ জমলে অভিজ্ঞ টেকনিশিয়ান ডাকতে হবে।
- (ন) ঠিকমতো ঠান্ডা না হলে অভিজ্ঞ টেকনিশিয়ান ডাকতে হবে।
- (ত যে কোনো অজ্ঞাত সমস্যা দেখা দিলে অভিজ্ঞ টেকনিশিয়ানের পরামর্শ নিতে হবে।

প্রশ্নমালা-২২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের রক্ষণাবেক্ষণ বলতে কী বোঝায়?
২. ফিউজ বারবার পুড়ে গেলে কী করতে হবে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

২. রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা কী?
৩. লাইনের হাই, লো ভোল্টেজ থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য কী কী ব্যবস্থা গ্রহণ করা প্রয়োজন হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার রক্ষণাবেক্ষণের বর্ণনা দাও।
২. মাসিক/ বাৎসরিক রক্ষণাবেক্ষণের বর্ণনা দাও।
৩. উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার ব্যবহারকারীর জন্য উপদেশগুলো উল্লেখ কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও

আমরা যেমন সুস্থাস্থ্যের জন্য রোগজীবাণু থেকে নিজেকে রক্ষা করার জন্য আমাদের শরীরের পরিচর্যা করি বা যত্ন নেই, ঠিক তেমনি এয়ারকন্ডিশনার থেকে ভালো কাজ পাওয়ার জন্য এবং একে ত্রুটিমুক্ত রাখতে এর পরিচর্যা বা যত্ন নিতে হয়। এই পরিচর্যা বা যত্ন নেওয়ার কাজকে রক্ষণাবেক্ষণ বলে। ত্রুটি দেখার পূর্বে প্রতিদিন যে সকল পরিচর্যা কাজ করা হয় তাকে প্রতিরোধমূলক রক্ষণাবেক্ষণ বলে। তাছাড়া মাসিক, ষান্মাসিক ও বাৎসরিক পরিচর্যার জন্য নিম্ন কাজ গুলো লিখিত আকারে শিডিউল করা থাকে।

১. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার রক্ষণাবেক্ষণ কেন করা হয়?
২. প্রিভেনটিভ রক্ষণাবেক্ষণ কী?
৩. পিরিয়ডিক বা সিডিউলিং রক্ষণাবেক্ষণ কী?
৪. এয়ারকন্ডিশনার ব্যবহারকারীর কোনো কাজে সমস্যা হলে কী করা উচিত?
৫. উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ছোট একটি সমস্যা হয়েছে কিন্তু এয়ারকন্ডিশনার চলছে সেজন্য ব্যবহারকারী এতে গুরুত্ব দিচ্ছে না, এর ফলে কী হবে?

ত্রয়োবিংশ অধ্যায়
ওয়াটার কুলার
(Water Cooler)

২৩.১ ওয়াটার কুলারের প্রয়োজনীয়তা

যে হিমায়ন যন্ত্রের সাহায্যে খাবার পানি ইম্পিত তাপমাত্রায় ঠান্ডা করা হয় তাকে ওয়াটার কুলার বলে। মানুষের দৈনন্দিন জীবনে সবচেয়ে বেশি প্রয়োজনীয় বিশুদ্ধ ঠান্ডা পানি। কিন্তু গ্রীষ্মকালে পানির তাপমাত্রা বেশি থাকে। তাই ওই পানি শীতল, সুস্বাদু ও স্বাস্থ্যসম্মত হওয়া একান্ত প্রয়োজন। কারণ খাবার পানি শীতল হলে স্বাদ ও তৃপ্তিদায়ক হয়। মূলত খাবার পানি ইম্পিত তাপমাত্রায় শীতল পানি পান করলে মানুষের কর্মপ্রেরণা বৃদ্ধি পায়। তাই বর্তমানে হালকা ও ভারী শিল্পকারখানায়, স্কুল-কলেজ, হাসপাতাল, অফিস-ব্যাংক, রেস্টুরেন্ট এবং বাণিজ্যিক প্রতিষ্ঠানের লোকজনের পানের (Drink) উপযোগী ঠান্ডা পানির জন্য ওয়াটার কুলার ব্যবহার করা হয়।

উল্লেখ্য, মানুষ শীতল পানি পানে তৃপ্তি পায় এবং আরামবোধ করে থাকে। তাই ওয়াটার কুলারের গুরুত্ব অপরিসীম এবং এর ব্যবহার দিন দিন বাড়ছে। গ্রীষ্মকালে পানির তাপমাত্রা বেশি থাকায় তা পান করলে আরামবোধ হয় না। তাই খাবার পানিকে পানের উপযোগী তাপমাত্রায় নিয়ন্ত্রণ করা হয়। খাবার পানির তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের পরিমাণ, সাধারণত যিনি পানি পান করেবেন তার অবস্থান ও নিয়োজিত কাজের ধরনের উপর নির্ভরশীল। তাই অফিস বা ব্যাংক-এ অবস্থানকারীর জন্য পানির তাপমাত্রা 10° সে. এবং শিল্পকারখানায় কর্মরত শ্রমিক ও স্কুল-কলেজের ছাত্রের জন্য 10° - 13° সে. রাখা হয়। আবার হাসপাতাল, রেস্টুরেন্ট, ক্যাফেটেরিয়াতে 9.5° সে. হতে 10° সে. পানির তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

২৩.২ ওয়াটার কুলারের প্রকারভেদ

১। গঠন অনুসারে

- বোতল ওয়াটার কুলার
- প্রেসার বা ট্যাপ ওয়াটার কুলার

২। ক্ষমতা অনুসারে

(ক) বোতল ওয়াটারের ক্ষেত্রে

- ১৩.৫ লিটার (৩ গ্যালন) বোতল ওয়াটার কুলার
- ২২.৫ লিটার (৫ গ্যালন) বোতল ওয়াটার কুলার

(খ) প্রেসার বা ট্যাপ টাইপ ওয়াটার কুলারের ক্ষেত্রে

- ৪০ লিটার / ঘণ্টা, ক্ষমতা সম্পন্ন ওয়াটার কুলার
- ৬০ লিটার / ঘণ্টা, ক্ষমতা সম্পন্ন ওয়াটার কুলার
- ১২০ লিটার / ঘণ্টা, ক্ষমতা সম্পন্ন ওয়াটার কুলার

৩। পানি শীতল করার পদ্ধতি অনুসারে

- স্টোরেজ ওয়াটার কুলার
- প্রেসার / ইলটেনট্রিয়াস ওয়াটার কুলার

৪. ট্যাপ ব্যবহার অনুসারে ১. এক ট্যাপ বিশিষ্ট ওয়াটার কুলার ২. দুই ট্যাপ বিশিষ্ট ওয়াটার কুলার

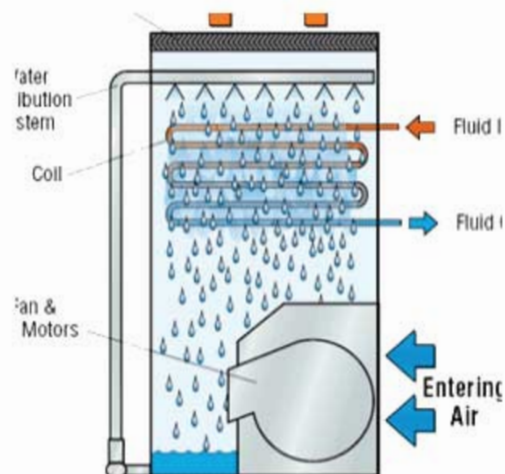
২৩.৩ ওয়াটার কুলারের বিভিন্ন সার্কিট অঙ্কন



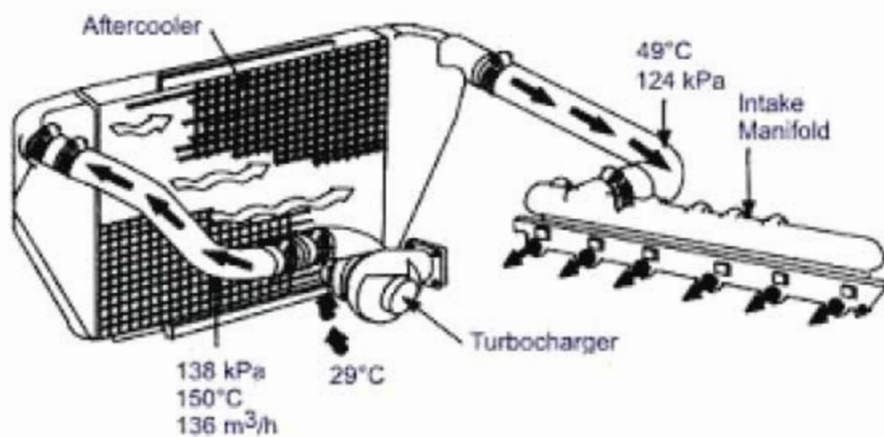
চিত্র : ২৩.১ বোতল ওয়াটার কুলার



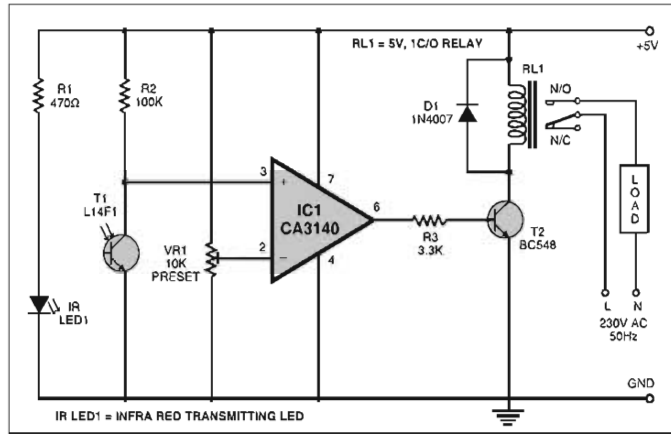
চিত্র : ২৩.২ প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলার



চিত্র : ২৩.৩ প্রেসার ওয়াটার কুলারের হিমায়েন চক্র



চিত্র : ২৩.৪ প্রেসার ওয়াটার কুলারের পানি চক্র



চিত্র : ২৩.৫ ওয়াটার কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনী

২৩.৪ ওয়াটার কুলারের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা

বোতল ওয়াটার কুলার

বোতল ওয়াটার কুলারে সাধারণত পানি হিমায়ন প্রক্রিয়ায় ঠান্ডা করা হয়। অর্থাৎ যে ওয়াটার কুলারের সাহায্যে বোতলে রাখা পানি হিমায়ন প্রক্রিয়ায় প্রয়োজনীয় তাপমাত্রায় ঠান্ডা করা হয়, তাকে বোতল ওয়াটার কুলার বলে। এতে পানির উৎস হিসাবে কুলিং চেম্বারের উপর পানিভর্তি ১৩.৫ লিটার হতে ২২.৫ লিটারের (৩-৫) গ্যালন একটি বোতল উপড় করে রাখা হয়। তাই এটি বোতল ওয়াটার কুলার নামে পরিচিত। বোতলের পানি কুলিং চেম্বারের প্রক্রিয়ায় সর্বদা নির্ধারিত তাপমাত্রায় ঠান্ডা থাকে। যা সুপেয় ও তৃপ্তিদায়ক। এটি সাধারণত শিল্প কারখানা, হোটেল, হাসপাতাল, ব্যাংক এবং বাণিজ্যিক প্রতিষ্ঠানে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু এর প্রধান অসুবিধা হলো বোতল খালি পানি পুনরায় ভর্তি করা বা নতুন বোতল সংযোজন করা কিছুটা জটিল ও ঝুঁকিপূর্ণ। তাই এর ব্যবহার খুব সীমিত।

গঠন ও কার্যপ্রণালি

এ ধরনের কুলারে পানির উৎস হিসাবে কুলিং চেম্বারের ওপর আলাদা একটি পানি ভর্তি বোতল উপড় করে রাখা হয়। কুলিং চেম্বারের বাইরের দিক কাঠের গুঁড়া বা কর্কশিটের গুঁড়া দ্বারা উত্তমরূপে ইনসুলেশন করা থাকে। কনডেনসিং ইউনিট নিচের দিকে খোলা অবস্থায় স্থাপন করা হয়।

ওয়াটার কুলারের হিমায়ন চক্র (Refrigeration cycle)

সাধারণত হারমেটিক কমপ্রেসার, এয়ারকুল্ড কনডেনসার, স্ট্রেইনার/ফিল্টার ড্রায়ার, ক্যাপিলারি টিউব ও প্লেট অ্যান্ড প্লেট টাইপ ইভাপারেটর তথা কুলিং চেম্বার এবং ইলেকট্রিক সার্কিট-এ সাধারণত কমপ্রেসর মোটর, রিলে, ওভার লোডার, থার্মোস্ট্যাট সুইচ নিয়ে গঠিত। ইউনিট চলাকালীন সময় কুলিং চেম্বারে বোতলের পানি হিমায়ন (Refrigeration) প্রক্রিয়ায় নিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রায় ঠান্ডা হয়। ঠান্ডা পানি প্রবাহের জন্য কুলিং চেম্বার, পাইপ লাইনে পানি বের হওয়ার সংযুক্ত পাইপ লাইনের মাধ্যমে ফাউসেট সংযোগ থাকে।



চিত্র : ২৩.৬ বোতল ওয়াটার কুলার

ফাউসেটের কিছু নিচে ব্যবহারের অতিরিক্ত পানির জন্য একটি পাত্র (Receptacle) বসানো থাকে। ঠান্ডা পানির প্রয়োজনে চাপ দিলে সুপেয় শীতল ঠান্ডা পানি বের হয় ও ব্যবহারের অতিরিক্ত পানি (waste water) নিচের পাত্রে জমা হয়। অর্থাৎ কুলিং চেম্বারের হিমায়ন প্রক্রিয়ায় পানি সার্বক্ষণিক নিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রায় ঠান্ডা থাকে, যা প্রয়োজনে ব্যবহার করা হয়।

প্রেসার বা টাইপ ওয়াটার কুলার

প্রেসার বা টাইপ টাইপ ওয়াটার কুলার মূলতঃ বোতল কুলারের মতো। তবে এর কুলিং চেম্বারের পানিভর্তি বোতলের পরিবর্তে সার্বক্ষণিক পানি সরবরাহের জন্য কোনো পানির ট্যাংক বা সিটি ওয়াটার লাইন সংযোগ থাকে। উল্লেখ্য, প্রেসার টাইপ কুলারের অপর নাম ইন্সটিনটেনিয়াস টাইপ ওয়াটার কুলার। যার সাহায্যে সাধারণত পানির তাপমাত্রা ১০ ডিগ্রি থেকে ১৩ ডিগ্রি পর্যন্ত নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এটি হোটেল, হাসপাতাল, ব্যাংক, স্কুল, কলেজ এবং বাণিজ্যিক প্রতিষ্ঠানে অধিক ব্যবহৃত হয়।

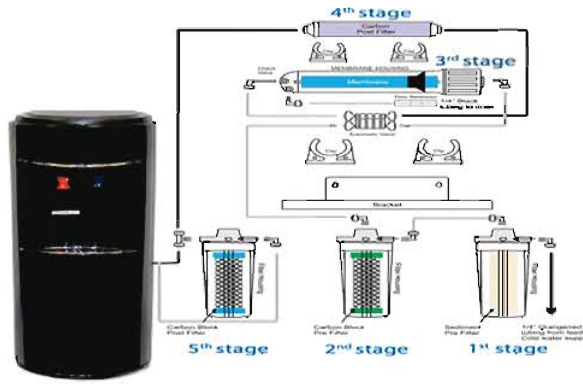
গঠন ও কার্যপ্রণালি

এ ধরনের ওয়াটার কুলারের বাইরের আবরণ বা বডি সাধারণত স্টেইনলেস স্টিল দ্বারা তৈরি করা হয়। যা দুটি অংশে বিভক্ত যেমন : ওপরের অংশ তথা কুলিং চেম্বার এবং নিচের অংশ তথা কনডেনসিং ইউনিট। কুলিং চেম্বার কার্টের গুঁড়া, ককশিটের গুঁড়া অথবা সাধারণ (Normal) গ্লাসউল জাতীয় তাপ প্রতিরোধক পদার্থ দ্বারা ভর্তি থাকে এবং কনডেনসিং ইউনিট নিচে খোলা অবস্থায় থাকে। অর্থাৎ এর বডি এমনভাবে ডিজাইন করা থাকে, যার জন্য ইউনিট সার্ভিসিং করা সহজ হয়।

প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলার মূলত তিনটি সার্কিট-এর সমন্বয়ে সরবরাহকৃত পানি ঠান্ডা তথা হিমায়ন কার্য সম্পাদন করে থাকে। যেমন-১. হিমায়ন সার্কিট ২. ওয়াটার সার্কিট ৩. ইলেকট্রিক সার্কিট।

হিমায়ন ও ওয়াটার সার্কিট : হিমায়ন সার্কিটে সাধারণত হারমেটিক কমপ্রেসার, এয়ারকুল্ড কনডেনসার, স্ট্রেইনার পার্জার, ক্যাপিলারি টিউব ও প্লেট অ্যান্ড-প্লেট টাইপ ইভাপারেটর এবং পানিশ্রবাহ সার্কিট সাধারণত সিটি ওয়াটার লাইন, ইনলেট কানেকশন, পানির পাত্র (কুলিং চেম্বার আউটলেট পাইপ, ফাউসেট, ব্যবহৃত পানির বেসিন, ট্যাব এবং ড্রেইন পাইপ নিয়ে গঠিত।

২৩.৫ ওয়াটার কুলার স্থাপন : নতুন ওয়াটার কুলার স্থাপনের জন্য যে সমস্ত কার্যক্রম গ্রহণ করতে হয় তার স্থাপন পদ্ধতি নিচে পর্যায়ক্রমে বর্ণনা করা হলো। যেমন: সর্বপ্রথম ক্রেট (Creat) হতে কুলারকে বের করতে হবে ২. নির্মাতা কোম্পানির প্রদত্ত স্থাপনবিধি ভালো করে পড়ে সেই নির্দেশ অনুসারে কুলার স্থাপনের ব্যবস্থা



চিত্র : ২৩.৭ প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলারের হিমায়ন ও পানি চক্র

নিতে হবে ৩. স্থাপন করার আগেই কুলারের কার্যকারিতা যাচাইয়ের জন্য ইউনিট চালিয়ে দেখতে হয়ে ৪. কক্ষের সমতল মেঝের সুবিধামতো স্থান বা জনসাধারণ সহজে কুলার ব্যবহার করতে পারে এমন স্থানে সঠিকভাবে স্থাপন বা বসাতে হবে।

৫. সরবরাহ পানির লাইন সংযোগের ব্যবস্থা করতে হবে।

৬. ব্যবহারের অতিরিক্ত পানি ড্রেইন আউটের জন্য ড্রেইন পানির সংযোগ করতে হবে।

৭. বিদ্যুৎ সুইচ বোর্ডের ইউনিটের ইলেকট্রিক সংযোগ করতে হবে।

৮. অতঃপর স্থাপনকৃত কুলার কিছু সময় চালিয়ে সঠিক কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে হবে।

৯. সবশেষে স্থাপনকৃত কুলার মালিক বা কর্তৃপক্ষের বুঝিয়ে নিতে হবে।

প্রশ্নমালা-২৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ওয়াটার কুলারের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ২। ওয়াটার কুলারের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।
- ৩। ওয়াটার কুলারের পানির তাপমাত্রা ক্ষেত্রভেদে উল্লেখ কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. ওয়াটার কুলারের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।
২. বোতল ওয়াটার কুলার অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৩. প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলার অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৪. ওয়াটার কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনী অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলারের হিমায়ন চক্র এবং পানি চক্র পৃথকভাবে অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
- ২। চিত্রসহ বোতল টাইপ ওয়াটার কুলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
- ৩। চিত্রসহ প্রেসার টাইপ কুলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
- ৪। ওয়াটার কুলার স্থাপনের পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

যে হিমায়ন যন্ত্রের সাহায্যে খাবার পানি কাজিষ্কৃত তামপাত্রায় শীতল করা হয় তাকে ওয়াটার কুলার বলে। ওয়াটার কুলার প্রধানত দুই প্রকার (ক) বোতল টাইপ (খ) প্রেসার টাইপ। খাবার পানির তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের পরিমাণ সাধারণত যিনি পান করেন তার অবস্থান ও নিয়োজিত কাজের ধরনের উপর নির্ভরশীল। তবে সাধারণত একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কুলারে শীতল করা হয়।

- ১। বোতল ওয়াটার কুলারের অসুবিধা কী?
- ২। ওয়াটার কুলারে সাধারণত পানিকে কত তাপমাত্রায় শীতল করা হয়?
- ৩। প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলারের ক্ষমতা কী দিয়ে প্রকাশ করা হয়?
- ৪। বোতল টাইপ ওয়াটার কুলার ক্যাপাসিটি কী দিয়ে প্রকাশ করা হয়?
- ৫। বিভিন্ন স্থানে বা কাজে নিয়োজিত লোকের ভিন্ন তাপমাত্রায় শীতল পানি প্রয়োজন কেন?

চতুর্বিংশ অধ্যায়
বোতল কুলার
(Bottle cooler)

২৪.১ বোতল কুলার-এর প্রয়োজনীয়তা

গ্রীষ্মকালে পানির তাপমাত্রা বেশি থাকে। অপরদিকে শীতকালে পানির তাপমাত্রা বেশ কম থাকে। এই গরম ও শীতল পানি পান করে আরাম বোধ করি না। গ্রীষ্মকালে ঠান্ডা এবং শীতকালে গরম করে পানি পান করার ব্যবস্থা করতে পারলে বেশ স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করি। কুলিং ও হিটিং সিস্টেমের মাধ্যমে পানিকে পানের উপযোগী তাপমাত্রায় নিয়ন্ত্রণ করা যায়, সেজন্য বোতল কুলার প্রয়োজন হয়।

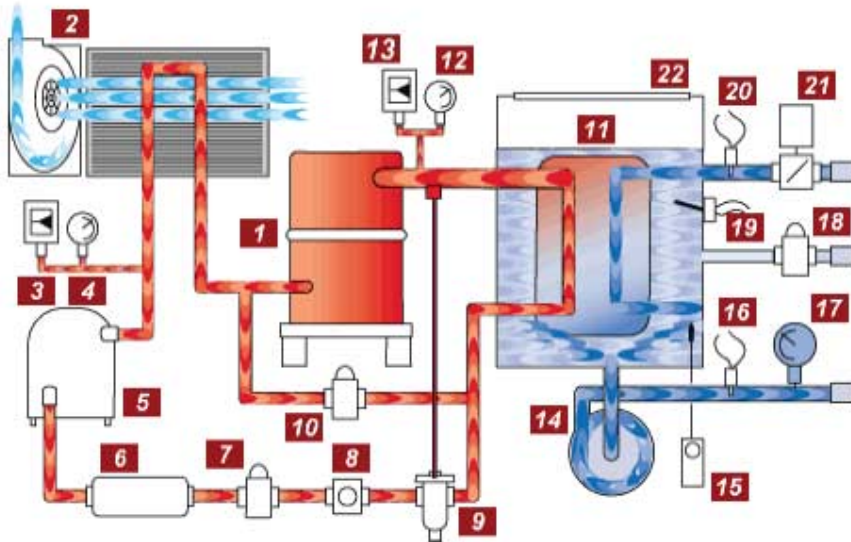
২৪.২ বোতল কুলার-এর প্রকারভেদ

বোতল কুলার দুই ধরনের হয়ে থাকে।

১. ভেশার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন ও ইলেকট্রিক হিটার টাইপ।

২. পার্বো ইলেকট্রিক টাইপ বোতল কুলার

২৪.৩ বোতল কুলার-এর সার্কিট



চিত্র ২৪.১ ভেশার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সাইকেল ও ইলেকট্রিক হিটার বিশিষ্ট বোতল কুলার-এর বৈদ্যুতিক বর্তনী।

২৪.৪ বোতল কুলার-এর কার্যপ্রণালি

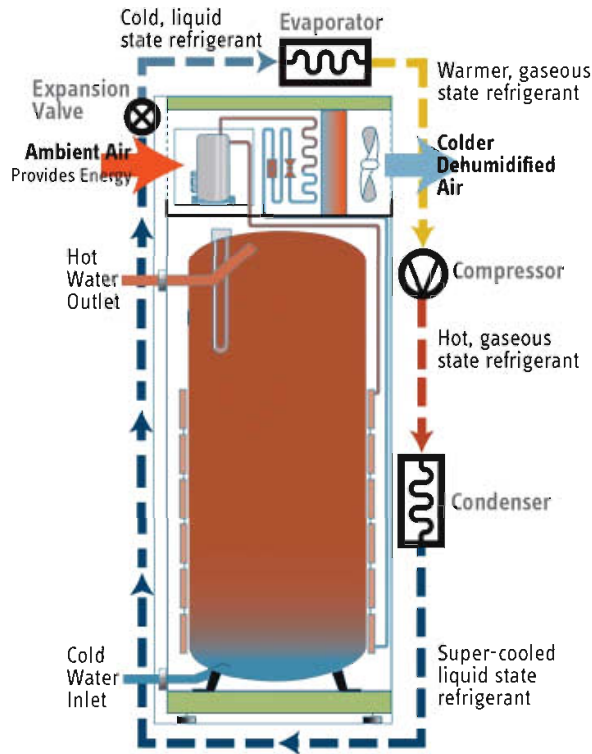
ভেশার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন এবং ইলেকট্রিক হিটার টাইপ

বোতল কুলার এতে ভেশার টপিক ওয়াটার কুলারের মতো রেফ্রিজারেশন সাইকেল আছে। এটি ওয়াটার সাপ্লাই লাইনের সাথে সংযুক্ত থাকে। এতে দুটি ওয়াটার ট্যাংক থাকে। একটি ঠান্ডা পানির জন্য অপরটি গরম পানির

জন্য। ঠান্ডা পানির ট্যাংকের চারদিকে রেফ্রিজারেশন সাইকেল ইভাপারেটর কয়েল প্যাঁচানো থাকে। হট ওয়াটার ট্যাংকের ভেতরে ইলেকট্রিক এলিমেন্ট আলাদাভাবে এবং যৌথভাবে চালানোর ব্যবস্থা থাকে।

থার্মো ইলেকট্রিক টাইপ বোতল কুলার

এতে কোনো কমপ্রেসর থাকে না অর্থাৎ ভেপার কমপ্রেসর রেফ্রিজারেশন সাইকেল দিয়ে এর পানি ঠান্ডা করা হয় না। এতে থার্মো ইলেকট্রিক নীতি প্রয়োগ করা হয়। নিচের চিত্র-এর ন্যায় একটি টাইপ ও একটি টাইপ সেমিকন্ডাক্টরকে দুই পাশে কপারের ফালি দিয়ে সংযোগ করে তাতে ডাইরেক্ট কারেন্ট সরবরাহ করলে এক প্রান্ত গরম ও অপর প্রান্ত ঠান্ডা হয়। এটি সাধারণত বোতল টাইপ হয়ে থাকে। বোতলে করে বিস্তৃত পানি যন্ত্রের ওপরে বিদ্যুৎ উৎসের সাথে সংযুক্ত করলে স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার ও রেকটিফায়ারের মাধ্যমে সরবরাহ সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস সার্কিটে প্রবাহিত হয়। ফলে এক পাত্রের পানি ঠান্ডা ও অপর পাত্রের পানি শীতল হয়ে থাকে। ঠান্ডা ও গরম পানি বের হওয়ার জন্য এতে দুটি ফাউসেট বা ট্যাপ থাকে।



চিত্র ২৪.৩ ভেপার কমপ্রেসন রেফ্রিজারেশন এবং ইলেকট্রিক হিটার টাইপ বোতল কুলার

২৪.৫ বোতল কুলার স্থাপন

ভেপার কমপ্রেসন রেফ্রিজারেশন সাইকেল ও ইলেকট্রিক হিটার টাইপ বোতল কুলার-এর স্থাপন কৌশল প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলার স্থাপনের অনুরূপ। বোতল টাইপ থার্মো ইলেকট্রিক বোতল কুলার যে কোনো স্থানে স্থাপন করা যায়। এর জন্য প্রয়োজন বিদ্যুৎ উৎস। এটি ওজনে খুব হালকা তাই ইচ্ছে করলেই এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তর করা যায়।

প্রশ্নমালা-২৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. থার্মো ইলেকট্রিক টাইপ বোতল কুলার কোন নীতিতে চলে?
২. ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
৩. ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মারের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. একটি থার্মো ইলেকট্রিক ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মার-এর কুলিং এবং হিটিং সার্কিট অঙ্কন কর।
২. বোতল কুলার-এর সংযোগপ্রণালি দেখাও।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. একটি ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন ও ইলেকট্রিক হিটার টাইপ ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মার-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা।
২. একটি থার্মো ইলেকট্রিক ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মার এর চিত্র সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩. একটি ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন ও ইলেকট্রিক হিটার টাইপ ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মার-এর বৈদ্যুতিক বর্তনী অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

আগের দিনে প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলার এবং ওয়ার্মার বেশ ব্যবহৃত হতো। এখন এর ব্যবহার সীমিত। বোতল টাইপ ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মার এখন বেশি ব্যবহৃত হচ্ছে হাসপাতাল, রেস্টুরেন্ট এমনকি ভাসমান দোকানগুলিতেও এর ব্যবহার দেখা যায়।

১. প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলার এবং ওয়ার্মার-এ পানি ঠান্ডা ও গরম করা হয় কী ব্যবস্থাপনায়?
২. বোতল টাইপ ওয়াটার কুলার এবং ওয়ার্মার-এর পানি ঠান্ডা ও গরম করার ব্যবস্থাপনা কী?
৩. প্রেসার টাইপ ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মারের ব্যবহার সীমিত কেন?
৪. বোতল টাইপ ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মার-এর ব্যবহার বেশি হওয়ায় কারণ কী?
৫. বোতল টাইপ ওয়াটার কুলার ও ওয়ার্মারের সুবিধাগুলো লেখ।

প্রথম পত্র
নবম শ্রেণি
বিষয় কোড-৯২১৪

ব্যবহারিক

ব্যবহারিক ১

রেফ্রিজারেশন সিস্টেম স্থাপন করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

- ১) কমপ্রেসর ২) কনডেনসার ৩) ফিল্টার ড্রায়ার ৪) এক্সপানশন ভিভাইস (ক্যাপিলারি টিউব) ৫) ইভাপারেটর ৬) ফ্লাস্ক।

যন্ত্রপাতি:

- ১) টিউব কাটার ২) ব্রেজিং রড ৩) সোয়েজিং টুলস ৪) ফ্লোরিং টুলস ৫) রিমার ৬) প্লায়ার্স ৭) অক্সি এসিটিলিন ওয়েল্ডিং সেট ৮) ক্যাপিলারি টিউব কাটার।

কাজের ধাপ:

- ১) কমপ্রেসরের ডিসচার্জ লাইন কনডেনসারের সাথে এবং সাকশন লাইন ইভাপারেটরের সাথে ব্রেজিং করতে হবে।
- ২) ক্যাপিলারি টিউবের প্রান্তদ্বয় 45^0 কোণে কেটে এক প্রান্ত ইভাপারেটরে এবং অপর প্রান্ত ড্রায়ারে এক প্রান্তে ঢুকিয়ে ব্রেজিং করতে হবে।
- ৩) 5 bar বার চাপে ড্রাই নাইট্রোজেন N_2 গ্যাস দিয়ে সিস্টেম ফ্লাশ করতে হবে।
- ৪) কনডেনসারের শেষ প্রান্তে ড্রায়ারের অপর প্রান্ত ঢুকিয়ে ব্রেজিং করতে হবে।

ব্যবহারিক ২

রেফ্রিজারেশন সিস্টেম ভ্যাকুয়াম করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

- ১) কমপ্রেসর ২) কনডেনসার ৩) ফিল্টার ড্রায়ার ৪) এক্সপানশন ডিভাইস (ক্যাপিলারি টিউব) ৫) ইভাপারেটর ৬) ফ্লাস্ক।

যন্ত্রপাতি:

- ১) ভ্যাকুয়াম পাম্প ২) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড ৩) সার্ভিস ভালভ কি রেসেট ৪) চার্জিং হোজ পাইপ

কাজের ধাপ:

১) সাকশন ও ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ ইন্টারমিডিয়েট পজিশনে আনতে হবে। ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের কম্পাউন্ড গেজ পোর্টের সাথে চার্জিং হোজ দিয়ে সাকশন সার্ভিস পোর্টে সংযোগ দিতে হবে এবং আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে গেজ মেনিফোল্ডের হাই প্রেসার পোর্টে সংযোগ দিতে হবে এবং আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে গেজ মেনিফোল্ডের লো প্রেসার পোর্টের সাথে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাথে সংযোগ দিতে হবে এবং গেজ মেনিফোল্ডের উভয় হ্যান্ড ভালভ খোলা রেখে ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।

২) ভ্যাকুয়াম পাম্প চালিয়ে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা -৩০ পারদ স্তম্ভে আসার পর কমপক্ষে আরো ৩০ মিনিট ভ্যাকুয়াম করতে হবে। গেজ মেনিফোল্ডের উভয় হ্যান্ড ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে। এ অবস্থায় ১৫-২০ মিনিট রেখে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা ওপরের দিকে ওঠে কিনা লক্ষ রাখতে হবে (লিক টেস্টের জন্য)। যদি কাঁটা স্থির থাকে তবে সাকশন ও ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ ব্যাক সিটে নিয়ে ভ্যাকুয়াম পাম্প ও চার্জিং হোজ অপসারণ করে সার্ভিস পোর্ট ডেড ক্যাপ দিয়ে বন্ধ করতে হবে।

ব্যবহারিক ৩

রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার দক্ষতা অর্জনকরণ (সার্ভিস ভালভযুক্ত)

মালামাল:

- ১) সার্ভিস ভালভযুক্ত রেফ্রিজারেশন সিস্টেম ২) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার

যন্ত্রপাতি:

- ১) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড ২) চার্জিং হোজ পাইপ ৩) ক্র্যাম্প মিটার ৪) ওজন পরিমাপক যন্ত্র ৫) প্লায়ার্স

কাজের ধাপ:

১। ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের কম্পাউন্ড গেজ পোর্টের সাথে চার্জিং হোজ দিয়ে সাকশন সার্ভিস পোর্টে সংযোগ দিতে হবে এবং আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে গেজ মেনিফোল্ডের হাই প্রেসার পোর্ট এবং কমপ্রেসরের ডিসচার্জ সার্ভিস পোর্টের সাথে সংযোগ করতে হবে।

গেজ মেনিফোল্ডের মাঝের পোর্টের সাথে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাথে সংযোগ দিতে হবে এবং গেজ মেনিফোল্ডের উভয় হ্যান্ড ভালভ খোলা রেখে ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।

২) ভ্যাকুয়াম পাম্প চালিয়ে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা ৩০ পারদ স্তম্ভে আসার পর কমপক্ষে আরো ৩০ মিনিট ভ্যাকুয়াম করতে হবে। গেজ মেনিফোল্ডের উভয় হ্যান্ড ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে।

এ অবস্থায় ১৫-২০ মিনিট রেখে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা ওপরের দিগে ওঠে কিনা লক্ষ্য রাখতে হবে (লিক টেস্টের জন্য)। যদি কাঁটা স্থির থাকে তবে ভ্যাকুয়াম পাম্প অপসারণ করতে হবে।

৩) ভ্যাকুয়াম পাম্পস্থলে হিমায়ক (রেফ্রিজারেন্ট) সিলিন্ডার সংযুক্ত করতে হবে।

৪) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার ভালভ অল্প পরিমাণ খুলে চার্জিং হোজ মেনিফোল্ড প্রান্তে সামান্য লুজ করে লাইনের বাতাস অপসারণ করতে হবে। বাতাস অপসারণের পর চার্জিং হোজ দৃঢ় করে সংযোগ দিতে হবে। ওজন করে নির্ধারিত পরিমাণ (নির্মাতার নির্দেশিত পরিমাণ) রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে।

৫) সিস্টেমের পারফরমেন্স পরীক্ষা করার জন্য কমপ্রেসর চালু করতে হবে এবং লিকুইড ইন্ডিকেটরে বুদবুদ, কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ, ইভাপোরেটরের ঠান্ডার পরিমাণ ইত্যাদি পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

৬) সাকশন ও ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ ব্যাক সিটে নিয়ে হিমায়ক সিলিন্ডার ও চার্জিং হোজ অপসারণ করে সার্ভিস পোর্ট ডেড ক্যাপ দিয়ে বন্ধ করতে হবে। কমপ্রেসর চালু করার পূর্ব সাকশন ও ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ ইন্টারমিডিয়েট পজিশনে আনতে হবে।

নোট:

১. ওজন করে গ্যাস চার্জ করলে চাপ, ইভিকিটর বুদ্ধদ, কারেন্টের পরিমাণ দেখার প্রয়োজন হয় না।
২. সার্ভিস ভালভ যুক্ত কমপ্রেসরে সার্ভিস ভালভ অপারেট করে সেলফ ভ্যাকুয়াম করা যায়, তবে এটি করা সঠিক নয়। এক্ষেত্রে সঠিক ভ্যাকুয়াম হয় না ও কমপ্রেসরের আয়ু কমে যায়।
৩. বড়প্ল্যান্টে রিসিভার ভালভের মাধ্যমে তরল হিমায়ক ওজন করে চার্জ করা যায়; এক্ষেত্রে রেফ্রিজারেন্ট সিলিভার উল্টিয়ে দিতে হয় এবং সময় কম লাগে।

ব্যবহারিক ৪

রেফ্রিজারেশন সিস্টেম হতে কমপ্রেসর পৃথককরণ

মালামাল: রেফ্রিজারেশন সিস্টেম

যন্ত্রপাতি: ১) সার্ভিস ভালভ ২) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ ৩) অ্যালেন কি ৪) প্লায়ার্স

কাজের ধাপ:

- ১) রিসিভার ভালভ বন্ধ করতে হবে।
- ২) কমপ্রেসর চালু করতে হবে।
- ৩) হিমায়ক রিসিভারে জমা হলে ডিসচার্জ ভালভ ফ্রন্ট সিটে নিতে হবে।
- ৪) ডিসচার্জ লাইনে অবস্থিত ভালভ বন্ধ করতে হবে।
- ৫) কমপ্রেসর অপসারণ করতে হবে।

ব্যবহারিক ৫

কমপ্রেসরের বিভিন্ন যন্ত্রাংশ খোলার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

ক) ওপেন টাইপ কমপ্রেসর খ) ট্রে

যন্ত্রপাতি:

ক) অ্যাডজাস্টাবল রেঞ্চ খ) সকেট রেঞ্চ গ) ওপেন এন্ড রেঞ্চ ঘ) অ্যালেন কি ঙ) কাঠের হ্যামার চ) লোহার হ্যামার ছ) কোল্ড চিজেল।

কাজের ধাপ

- ১) কমপ্রেসরের পুলির চাবি হ্যামার ও চিজের সাহায্যে খুলে নিতে হবে।
- ২) কমপ্রেসর সরিয়ে ড্রেন পরাগ খুলে তেল অপসারণ করতে হবে।
- ৩) কমপ্রেসরের হেড খোলার আগে চিজেল দিয়ে মার্কিং করে নিতে হবে।
- ৪) যথাক্রমে কমপ্রেসর হেড, ভালভ প্লেট, শ্যাফট সিল, কানেকটিং রড, ক্র্যাংক শ্যাফট, পিস্টন ও অন্যান্য যন্ত্রাংশ বিচ্ছিন্ন করে পৃথকভাবে ট্রেতে রাখতে হবে।

ব্যবহারিক ৬

কমপ্রেসরের যন্ত্রাংশগুলো পরিষ্কার করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

ক) কেরোসিন খ) ট্রে

যন্ত্রপাতি:

সফট ব্রাশ

কাজের ধাপ:

- ১) কমপ্রেসরের যন্ত্রাংশগুলো ট্রেতে কেরোসিন বা সলভেন্ট এ ভিজিয়ে রাখতে হবে।
- ২) সফট ব্রাশ দিয়ে ভালোভাবে যন্ত্রাংশগুলো পরিষ্কার করতে হবে।
- ৩) বিভিন্ন ঘূর্ণায়মান অংশ যেমন- পিস্টন, শ্যাফট, কানেকটিং রড, বুশ, ভালভ প্লেট এর ক্ষয়ের পরিমাণ পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

ব্যবহারিক ৭

কমপ্রেসরের যন্ত্রাংশ পুনঃস্থাপন করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

ওপেন টাইপ কমপ্রেসর

যন্ত্রপাতি:

ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ থ) সকেট রেঞ্চ গ) ওপেন এন্ড রেঞ্চ ঘ) অ্যালেন কি ঙ) কাঠের হ্যামার চ) লোহার হ্যামার।

কাজের ধাপ:

- ১) কমপ্রেসরের স্ক্যাংক শ্যাফট, সিল ও ক্র্যাংককেইস স্থাপন করতে হবে।
- ২) পিস্টন সিলিভারের ভিতরে স্থাপন করতে হবে।
- ৩) কানেকটিং রড, বুশ রেয়ারিং, পিস্টন পিন সংযুক্ত করতে হবে।
- ৪) কমপ্রেসরের ভালভ প্লেট লাগাতে হবে।
- ৫) হেড গ্যাসকেট ও কমপ্রেসর হেড লাগাতে হবে।
- ৬) সকেট রেঞ্চ সাহায্যে কমপ্রেসর হেডের নাট-বোল্ট লাগাতে হবে।

ব্যবহারিক ৮

কমপ্রেসরে তেল চার্জ করার দক্ষতা অর্জন

মালামাল:

ক) কমপ্রেসর খ) একটি পাত্র গ) হোজ পাইপ ঘ) কমপ্রেসর অয়েল

যন্ত্রপাতি:

ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ

কাজের ধাপ:

- ১) প্রয়োজনীয় পরিমাণ তেল নিতে হবে।
- ২) হোজপাইপের এক প্রান্ত পাত্রের মধ্যে এবং অপর প্রান্ত সাকশন লাইনে সংযুক্ত করতে হবে।
- ৩) কমপ্রেসর চালু করতে হবে। সাকশনের টানে তেল ফ্ল্যাংককেইসে পৌঁছাবে।

ব্যবহারিক ৯

কমপ্রেসর পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

ক) হারমেটিক কমপ্রেসর (রেফ্রিজারেন্ট সিস্টেম ব্যতীত) খ) ওপেন টাইপ কমপ্রেসর ((রেফ্রিজারেন্ট সিস্টেমসহ)

যন্ত্রপাতি:

ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) চার্জিং হোজ ঘ) সার্ভিস ভালভ কি রেসেট

কাজের ধাপ:

১) হারমেটিক কমপ্রেসরের পাম্পিং দক্ষতা পরীক্ষা করতে হবে। সিস্টেম থেকে বিচ্ছিন্ন হারমেটিক কমপ্রেসরের পাম্পিং পরীক্ষা করার জন্য কমপ্রেসর চালিয়ে ডিসচার্জ লাইনে বৃদ্ধা আঙুল চেপে ধরতে হবে। যদি সংকুচিত বাতাসকে চেপে ধরে রাখা সম্ভব না হয় তবে কমপ্রেসরের পাম্পিং দক্ষতা ভালো আছে। আর যদি সংকুচিত বাতাসকে চেপে ধরে রাখা সম্ভব হয় তবে কমপ্রেসরের পাম্পিং দক্ষতা ভালো নেই।

২) রেফ্রিজারেন্ট সিস্টেমসহ ওপেনটাইপ কমপ্রেসরের সাকশন সার্ভিস ভালভে কম্পাউন্ড গেজ সংযোগ করতে হবে এবং ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভে হাই প্রেসার গেজ সংযোগ করতে হবে। উভয় সার্ভিস ভালভ মধ্য অবস্থায় রেখে কমপ্রেসর চালিয়ে হেড প্রেসার ১০০ পিএসআই পর্যন্ত তুলে সাকশন সার্ভিস ভালভ ফ্রন্ট সিটে এনে সাকশন লাইনের রেফ্রিজারেন্ট লাইন বন্ধ করে দিতে হবে। এ অবস্থায় কম্পাউন্ড গেজের -২১ পারদ স্তম্ভ পাঠ দেখানো উচিত।

কমপ্রেসর বা সম্পূর্ণ সিস্টেম বন্ধ করে দিয়ে গেজদ্বয়ের প্রেসার পর্যবেক্ষণ করতে হবে। চাপের পার্থক্য কমতে থাকলে পাম্পিং দক্ষতা খুবই কম। সিস্টেমে হিমায়ক থাকার কারণে হিমায়ক ঘনীভূত হওয়ার জন্য কিছু চাপ ঘাটতি হলে তা স্বাভাবিক বলে ধরে নিতে হবে।

ব্যবহারিক ১০

এক্সপানশন ভালভ সার্ভিসিং করার দক্ষতা অর্জন

মালামাল :

ক) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার খ) এক্সপানশন ভালভ যুক্ত রেফ্রিজারেশন সিস্টেম গ) পেট্রোল/কেরোসিন

যন্ত্রপাতি:

ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ খ) ওপেন এন্ড রেঞ্চ গ) সফট ব্রাশ ঘ) সার্ভিস ভালভ কি রেসেট

কাজের ধাপ:

- ১) সার্ভিস ভালভ কি রেসেট দিয়ে রিসিভারের আউটলেটটি বন্ধ করতে হবে।
- ২) কমপ্রেসর পাম্প ডাউন করতে হবে।
- ৩) এক্সপানশন ভালভ খুলতে হবে
- ৪) এক্সপানশন ভালভ থেকে স্ট্রাইনার বা ফিল্টার পৃথক করতে হবে।
- ৫) এক্সপানশন ভালভের অরিফিস পরিষ্কার করতে হবে।
- ৬) এক্সপানশন ভালভ পুনঃস্থাপন করতে হবে।

ব্যবহারিক ১১

এক্সপানশন ভালব পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জন করা

মালামাল:

ক) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার খ) বরফপাত্র গ) বরফ কুচি ঘ) এক্সপানশন ভালভ

যন্ত্রপাতি:

ক) কম্পাউন্ড গেজ খ) ক্লু ড্রাইভার গ) এক্সপানশনভালভ টেস্ট অ্যাপারেটাস ঘ) ওপেন এন্ড রেঞ্চ

কাজের ধাপ:

- ১) এক্সপানশন ভালভের ইনলেট সাইডে হাইপ্রেসার গেজ এবং আউটলেট সাইডে কম্পাউন্ড গেজ স্থাপন করেছে হবে।
- ২) ইনলেট সাইডে হিমায়ক সিলিন্ডার সংযুক্ত করতে হবে, R-12 হিমায়কের চাপ ৭০ পিএসআই (৫৮৭ কেপিএ) থাকা উচিত। যদি চাপ কম থাকে তবে হিমায়কের সিলিন্ডার গরম পানির পাত্রে বসাতে হবে।
- ৩) হিমায়কের প্রবাহ ঘটাতে হবে।
- ৪) ইনলেট ও আউটলেট প্রেসার লক্ষ্য করতে হবে।
- ৫) রিমোট ভালভটি বরফে রাখতে হবে ও ইনলেট ও আউটলেট প্রেসার লক্ষ্য করতে হবে।
- ৬) R-12 এর জন্য আউটলেটে চাপ 22 P.S.I দেখালে বুঝতে হবে এক্সপানশন ভালভ ভালো আছে। R-22 এর ক্ষেত্রে চাপ 45 P.S.I দেখাবে।

ব্যবহারিক ১২

ক্যাপিলারি টিউব পরিষ্কার করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

ক্যাপিলারি টিউব

যন্ত্রপাতি:

ক্যাপিলারি টিউব ক্লিনার

কাজের ধাপ

- ১) ক্যাপিলারি টিউবের আউটলেট প্রান্তে ক্যাপিলারি ক্লিনারের অ্যাডাপটর সংযুক্ত করতে হবে।
- ২) এর সঙ্গে ক্যাপিলারি ক্লিনার বা হাইড্রলিক সিস্টেম সংযুক্ত করতে হবে।
- ৩) হ্যান্ডেল চেপে প্রয়োজনীয় চাপ সৃষ্টি করে ক্যাপিলারির মধ্যে দিয়ে তেল-এর প্রবাহ ঘটিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।

ব্যবহারিক ১৩

কমপ্রেসরের (সিলড টাইপ) পার্টসগুলো বিচ্ছিন্ন করার দক্ষতা অর্জনকরণ।

মালামাল:

ক) রেফ্রিজারেটর খ) পেট্রোল বা কেরোসিন

যন্ত্রপাতি:

ক) অক্সিএসিটিলিন গ্রাস ওয়েল্ডিং সেট খ) হ্যাকস গ) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ ঘ) সকেট রেঞ্চ ঙ) অ্যালেন কি চ) ওপেন এন্ড রেঞ্চ ছ) ভাইস।

কাজের ধাপ:

- ১) অক্সিএসিটিলিন শিখা দিয়ে ডিবেজিং করে এবং মাউন্টিং বোল্ট খুলে রেফ্রিজারেটর হতে কমপ্রেসর বিচ্ছিন্ন করতে হবে।
- ২) কমপ্রেসর অয়েল অপসারণ করতে হবে।
- ৩) কমপ্রেসরটিকে ভাইসে আটকিয়ে ওয়েল্ডিং করা অংশ হ্যাকস দিয়ে কেটে কমপ্রেসর কেসিং বিচ্ছিন্ন করতে হবে।
- ৪) সকেট রেঞ্চ-এর সাহায্যে কমপ্রেসর সিলিন্ডার হেড, ভালব পেরট, পিস্টন, মাফলার, মোটর ইত্যাদি পৃথক করে ট্রেতে রাখতে হবে।

ব্যবহারিক ১৪

কমপ্রেসরের বিভিন্ন যন্ত্রাংশ পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

ক) সিলড টাইপ কমপ্রেসর খ) পেট্রোল বা কেরোসিন

যন্ত্রপাতি:

ক) সফট ব্রাশ খ) মাইক্রোমিটার

কাজের ধাপ:

- ১) কমপ্রেসরের যন্ত্রাংশগুলো একটি পরিষ্কার পাত্রে রাখতে হবে।
- ২) যন্ত্রাংশগুলো কেরোসিন বা পেট্রোলে ডুবিয়ে রাখতে হবে।
- ৩) সফট ব্রাশ দিয়ে যন্ত্রাংশগুলো পরিষ্কার করে সাজিয়ে রাখতে হবে।
- ৪) বিভিন্ন অংশ চাক্ষুষ পরিদর্শন এবং সূক্ষ্ম পরিমাপক যন্ত্র দিয়ে ক্ষয়ের পরিমাণ নির্ণয় করতে হবে।

ব্যবহারিক ১৫

কমপ্রেসর পুনঃসংযোগ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

সীলড কমপ্রেসর

যন্ত্রপাতি:

ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ খ) সকেট রেঞ্চ গ) ওপেন এন্ড রেঞ্চ ঘ) অ্যালেন কি ঙ) অক্সিজেনিটিং গ্যাস ওয়েল্ডিং সেট।

কাজের ধাপ:

- ১) রোটর স্টেটর মধ্যে সংযোগ করতে হবে।
- ২) পিস্টন, সিলিন্ডার, স্ক্যাংক শ্যাফট কানেকটিং রড, ভালভ প্লেট ইত্যাদি যথাস্থানে লাগাতে হবে।
- ৩) হে গ্যাসকেট লাগাতে হবে।
- ৪) কমপ্রেসর ডোমের ভেতর স্প্রিং-এর ওপর বসাতে হবে।
- ৫) অভ্যন্তরীণ বৈদ্যুতিক সংযোগ সম্পন্ন করতে হবে।
- ৬) কমপ্রেসরের ডোমের ওপরের অংশ স্থাপন করে ওয়েল্ডিং করতে হবে।
- ৭) নির্ধারিত পরিমাণ অয়েল চার্জ করতে হবে।

ব্যবহারিক ১৬

কমপ্রেসরের কর্মদক্ষতা পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) কমপ্রেসর খ) ইলেকট্রিক সাপ্লাই বোর্ড

যন্ত্রপাতি: ক) AVO মিটার খ) ক্ল্যাম্প অন মিটার গ) নিয়ন টেস্টার

কাজের ধাপ:

- ১) ভোল্টমিটারের সাহায্যে ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।
- ২) কমপ্রেসর মোটর চালু করতে হবে।
- ৩) ক্ল্যাম্প অন অ্যাম্পিয়ার মিটারের সাহায্যে স্টার্টিং ও রানিং কারেন্ট পরীক্ষা করতে হবে। দেখতে হবে কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ ঠিক আছে কিনা।
- ৪) কমপ্রেসরের পাম্পিং পরীক্ষার জন্য ডিসচার্জ লাইন আঙুল দিয়ে চেপে ধরতে হবে। যদি ধরে রাখা না যায় তবে কমপ্রেসর ঠিক আছে।

ব্যবহারিক ১৭

লিক পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

ক) রেফ্রিজারেটর খ) সাবান ফেনা গ) ড্রাই নাইট্রোজেন গ্যাস

যন্ত্রপাতি:

ক) গেজ মেনিফোল্ড খ) ফ্লোয়ারিং টুলস সেট গ) চার্জিং হোজ পাইপ

কাজের ধাপ:

- ১) চার্জিং লাইন তৈরি করতে হবে।
- ২) গেজ মেনিফোল্ড চার্জিং লাইনে সংযুক্ত করতে হবে।
- ৩) ড্রাই নাইট্রোজেন দিয়ে প্রেসার দিতে হবে। প্রেসার ১৫০ চ.ঝ.ও(১০ নম্বর /)-এ রাখতে হবে।
- ৪) সন্দেহজনক স্থান ও প্রতিটি জয়েন্টে সাবান ফেনা লাগাতে হবে।
- ৫) লিকের স্থানে সাবান ফেনার বুদবুদ দেখা যাবে।

ব্যবহারিক ১৮

রেফ্রিজারেটরের লিক মেরামতের দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) রেফ্রিজারেটর খ) ইমারি ক্লথ গ) অ্যাপক্সিরেজিন (Epoxy resin) ও হারডেনার (Hardener)
ঘ) হালকা গরম পানি।

যন্ত্রপাতি: ক) অক্সি-এনিটিলিন ওয়েল্ডিং ট্রে খ) ব্রিজিং বড় গ) ফ্লাস্ক ঘ) সফট ব্রাশ

কাজের ধাপ:

- ১) রেফ্রিজারেটরের ড্রাই নাইট্রোজেন-এর প্রেসার দিতে হবে।
- ২) লিকের স্থান যদি হাইপ্রেসার সাইডে হয় তবে ইমারি ক্লথ দিয়ে ভালোভাবে পরিষ্কার করে দিতে হবে।
- ৩) লিকের স্থানে যথা নিয়মে ব্রিজিং-এর পর ব্রাশ দিয়ে ঘষে হালকা গরম পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে, যাতে ফ্লাস্ক অবশিষ্ট না থাকে।
- ৪) অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি ইভাপোরেটরের ছোট লিক হলে অ্যাপক্সিরেজিন ও হারডেনার দিয়ে মেরামত করতে হবে। ফ্লাস্ক

ব্যবহারিক ১৯

রেফ্রিজারেটর ভ্যাকুয়াম করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) রেফ্রিজারেটর খ) স্ক্যাডারভালভযুক্ত কপার টিউব (নন রিটার্ন ভালভ) গ) ব্রেজিং রড ঘ) ফ্লাস্ক ঙ) পানি চ) রিফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার

যন্ত্রপাতি: ক) ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্প খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) চার্জিং হোজ পাইপ সেট ঘ) ফ্লেয়ারিং টুলস সেট ঙ) অক্সি এসিটিলিন ওয়েল্ডিং সেট।

কাজের ধাপ:

- ১) রেফ্রিজারেন্ট প্রসেস টিউব বা চার্জিং লাইন এ স্ক্যাডার ভালভযুক্ত কপার টিউব (নন রিটার্ন ভালভ) ব্রেজিং করে চার্জিং লাইন তৈরি করতে হবে।
- ২) ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের কম্পাউন্ড গেজপোর্ট ও চার্জিং ভালব বা নন রিটার্ন ভালভ বা নন রিটার্ন ভালভের সাথে একটি চার্জিং হোজ পাইপ সংযোগ করতে হবে।
- ৩) গেজ মেনিফোল্ডের মাঝের পোর্টে চার্জিং হোজ দিয়ে রেফ্রিজারেটর সিলিন্ডারের সাথে সংযোগ করতে হবে।
- ৪) গেজ মেনিফোল্ডের অপর পোর্টে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ভ্যাকুয়াম পাম্প সংযোগ করতে হবে।
- ৫) গেজ মেনিফোল্ডের ভালভদ্বয় খোলা রেখে ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।
- ৬) কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা -30 of Hg তে আসার পর কমপক্ষে 30 মিনিট ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু রাখতে হবে।
- ৭) গেজ মেনিফোল্ডের হাই সাইডের ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে।

ব্যবহারিক ২০

রেফ্রিজারেটরে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) রেফ্রিজারেটর খ) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার গ) নন রিটার্ন ভালভ

যন্ত্রপাতি: ক) চার্জিং হোজ পাইপ খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) ক্ল্যাম্প অন মিটার ঘ) ওজন পরিমাপক যন্ত্র ঙ) থার্মোমিটার (রিমোট বাব্ব ও ডায়াল টাইপ) চ) সুয়েজিং টুলস সেট।

কাজের ধাপ:

- ১) রেফ্রিজারেটরের প্রসেস টিউব বা চার্জিং লাইন এ ক্রাডার ভালভযুক্ত কপার টিউব (নন রিটার্ন ভালভ) সুয়েজিং ও ব্রেজিং করে চার্জিং লাইন তৈরি করতে হবে।
- ২) ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের কম্পাউন্ড গেজ পোর্ট ও চার্জিং ভালভ বা নন রিটার্ন ভালভের সাথে একটি চার্জিং হোজ পাইপ সংযোগ করতে হবে।
- ৩) গেজ মেনিফোল্ডের চার্জিং হোজ দিয়ে রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডারের সাথে সংযোগ করতে হবে।
- ৪) গেজ মেনিফোল্ডের অপর পোর্টে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ভ্যাকুয়াম পাম্প সংযোগ করতে হবে।
- ৫) গেজ মেনিফোল্ডের ভালভদ্বয় খোলা রেখে ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।
- ৬) কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা -30° of Hg তে আসার পর কমপক্ষে 30 মিনিট ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু রাখতে হবে।
- ৭) গেজ মেনিফোল্ডের হাই সাইডের ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে। ১০-১৫ মিনিট অপেক্ষা করে দেখতে হবে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা ওপরে ওঠে কিনা (লকি টেস্ট)।
- ৮) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডারটি পরিমাপক যন্ত্রের ওপর রেখে ওজন করতে হবে।
- ৯) নির্মাতার নির্দেশ অনুযায়ী নির্দিষ্ট ওজনের হিমায়ক চার্জ করতে হবে।
- ১০) রেফ্রিজারেটর চালু করে ক্ল্যাম্প অন মিটারে কারেন্ট পরিমাপ করতে হবে।
- ১১) ফ্রিজার চেম্বারে থার্মোমিটারের রিমোট ভালভ ডুকিয়ে কমপ্রেশর চালু করে ৩০ মিনিট অপেক্ষা করতে হবে।
- ১২) নির্মাতার নির্দেশ অনুযায়ী সঠিক ওজনের রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করলে কমপ্রেশর সঠিক কারেন্ট গ্রহণ করবে এবং ইভাপোরেটরে ৩০ মিনিট পর ৫-৭ সে. তাপমাত্রা পাওয়া যাবে।
- ১৩) সরঞ্জামাদির সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে নন রিটার্ন ভালভ-এ ডেড ক্যাপ লাগিয়ে দিতে হবে।

ব্যবহারিক ২১

কমপ্রেসর পরিবর্তন করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) অক্সি-এসিটিলিন ওয়েল্ডিং সেট খ) রেফ্রিজারেটর গ) ব্রেজিং রড ঘ) ফ্লাস্ক ।

যন্ত্রপাতি: ক) হ্যাকস খ) অ্যাডজাস্টাবল রেঞ্জ গ) হ্যামার ঘ) টিউব কাটার ।

কাজের ধাপ:

- ১) টিউব কাটারের সাহায্যে কমপ্রেসরের সাকশন ও ডিসচার্জ লাইন কাটতে হবে ।
- ২) মাউন্টিং বোল্ড খুলে নিতে হবে ।
- ৩) কমপ্রেসর অপসারণ করতে হবে ।
- ৪) নতুন কমপ্রেসর পূর্বের কমপ্রেসর-এর স্থানে বসাতে হবে ।
- ৫) মাউন্টিং বোল্ট লাগাতে হবে ।
- ৬) সাকশন ও ডিসচার্জ লাইনে ব্রেজিং করতে হবে ।
- ৭) সিস্টেম লিক টেস্ট ও ভ্যাকুয়াম করে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে ।

ব্যবহারিক ২২

রেফ্রিজারেটর সার্ভিসিং করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) ইনসুলেশন টেপ খ) পরিষ্কার নরম কাপড় গ) পরিষ্কার পানি ঘ) হালকা ডিটারজেন্ট ঙ) হালকা গরম পানি চ) বেকিং সোডা ছ) পানির পাত্র জ) টেবিল চামচ।

যন্ত্রপাতি: ক) এয়ার ব্লোয়ার খ) ব্রাশ গ) ক্লু ড্রাইভার ঘ) টেস্টার।

কাজের ধাপ:

- ১) রেফ্রিজারেটরকে বিদ্যুৎ সংযোগ থেকে বিছিন্ন করতে হবে।
- ২) পানিতে সামান্য হালকা ডিটারজেন্ট মিশাতে হবে।
- ৩) প্রথমে ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি দিয়ে পরিষ্কার নরম কাপড় ভিজিয়ে রেফ্রিজারেটরের বাইরের অংশ (বডি) ভালোভাবে মুছতে হবে। পরে শুধু পানিতে নরম কাপড় ভিজিয়ে রেফ্রিজারেটরের বডি পরিষ্কার করতে হবে এবং শুষ্ক কাপড় দিয়ে মুছে বডি শুকিয়ে ফেলতে হবে।
- ৪) হালকা গরম পানিতে বেকিং সোডা মিশাতে হবে (১/৪ গ্যালন গরম পানিতে ২ টেবিল চামচ বেকিং সোডা)। প্রথমে বেকিং সোডা সিলিউশন দিয়ে রেফ্রিজারেটরের ভিতরের কম্পার্টমেন্ট ও তাক ধুয়ে ফেলতে হবে, পরে শুধু পানি দিয়ে ভেতরের কম্পার্টমেন্ট ও তাক ধুয়ে ফেলতে হবে। ব্লোয়ার-এর সাহায্যে বাতাস দিয়ে এবং শুষ্ক কাপড় দিয়ে মুছে ভেতরের অংশ শুকিয়ে ফেলতে হবে।
- ৫) ম্যাগনেটিক ডোর গ্যাসকেট প্রথমে ডিটারজেন্ট মিশ্রিত হালকা গরম পানি দিয়ে ও পরে পরিষ্কার পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে। ব্লোয়ার নরম কাপড় ব্যবহার করে গ্যাসকেট শুকিয়ে ফেলতে হবে।
- ৬) সব বৈদ্যুতিক সংযোগ পরীক্ষা করতে হবে এবং কোনো নেকেট তার থাকলে ইনসুলেশন টেপ দিয়ে আবৃত করতে হবে।
- ৭) মাউন্টিং বোল্ট ঢিলা থাকলে টাইট করতে হবে। বৈদ্যুতিক সংযোগ দিয়ে রেফ্রিজারেটর চালু করতে হবে।

ব্যবহারিক ২৩

উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের লিক পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার খ) ড্রাই নাইট্রোজেন গ) সাবান ফেনা ঘ) স্পঞ্জ

যন্ত্রপাতি: ক) পিয়ার্সিং ভালভ খ) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ।

কাজের ধাপ:

- ১) চার্জিং লাইনে পিয়ার্সিং ভালভ সংযোগ করতে হবে।
- ২) ড্রাই নাইট্রোজেন সিলিন্ডার-এর হোজ পাইপ চার্জিং লাইনের পিয়ার্সিং ভালভ এর সংঙ্গে সংযোগ করতে হবে।
- ৩) ড্রাই নাইট্রোজেন দিয়ে চাপে প্রেসার দিতে হবে।
- ৪) সাবানের ফেনা তৈরি করে সন্দেহজনক প্রতিটি জয়েন্টে স্পঞ্জ-এর সাহায্যে সাবানের ফেনা লাগাতে হবে।
- ৫) লিকের স্থানে বুদবুদ সৃষ্টি হবে।

ব্যবহারিক ২৪

উইন্ডো এয়ারকুলার-এর লিক মেরামত করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার খ) ইমারি ক্লথ গ) ব্রেজিং রড ঘ) ফ্লাস্ক ঙ) হালকা গরম পানি

যন্ত্রপাতি: ক) অক্সিএসিটিলিন ওয়েল্ডিং সেট খ) সফট ব্রাশ।

কাজের ধাপ:

- ১) রেফ্রিজারেটরের ড্রাই নাইট্রোজেন-এর প্রেসার ছেড়ে দিতে হবে।
- ২) লিকের স্থান যদি হাইপ্রেসার সাইডে হয় তবে ইমারি কথ দিয়ে ভালোভাবে পরিষ্কার করে নিতে হবে।
- ৩) লিকের স্থানে যথা নিয়মে ব্রেজিং করার পর ব্রাশ দিয়ে ঘষে হালকা গরম পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে, যাতে ফ্লাস্ক অবশিষ্ট না থাকে।
- ৪) ইভাপোরেটরে ছোট লিক হলে অ্যাপক্সিরেজিন ও হারডেনার দিয়ে মেরামত করতে হবে।

ব্যবহারিক ২৫

উইন্ডো এয়ারকন্ডিশন ভ্যাকুয়াম করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার খ) স্ক্রাডার ভালভযুক্ত কপার টিউপে(নন রিটার্ন ভালভ) গ) ব্রেজিং রড ঘ) ফ্লাক্স ঙ) পানি চ) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার ছ) ইমারি ক্লথ।

যন্ত্রপাতি: ক) ভ্যাকুয়াম পাম্প খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) চার্জিং হোজ পাইপ।

কাজের ধাপ:

- ১) উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের প্রসেস টিউব বা চার্জিং লাইন এ স্ক্রাডার ভালভযুক্ত কপার টিউব (নন রিটার্ন ভালভ) ব্রেজিং করে চার্জিং লাইন তৈরি করতে হবে।
- ২) ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের কম্পাউন্ড গেজ পার্ট ও নন রিটার্ন ভালভের সাথে একটি হোজ পাইপ দিয়ে সংযোগ করতে হবে।
- ৩) গেজ মেনিফোল্ডের মাঝের পোর্টে চার্জিং হোজ দিয়ে রেফ্রিজারেন্টের সিলিন্ডারের সাথে সংযোগ করতে হবে।
- ৪) গেজ মেনিফোল্ডের অপর পোর্টে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ভ্যাকুয়াম পাম্প সংযোগ করতে হবে।
- ৫) গেজ মেনিফোল্ডের ভালভদ্বয় খোলা রেখে ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।
- ৬) কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা 30^0 of Hg তে আসার পর কমপক্ষে 30 মিনিট ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু রাখতে হবে।
- ৭) গেজ মেনিফোল্ডের হাই সাইডের ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে।

ব্যবহারিক ২৬

উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারে হিমায়ক চার্জ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার খ) রেফ্রিজারেটর সিলিভার গ) নন রিটার্ন ভালভ ।

যন্ত্রপাতি: ক) চার্জিং হোজ পাইপ সেট খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) ক্যাম্প অন AVO মিটার ঘ) ওজন পরিমাপক যন্ত্র ।

কাজের ধাপ:

- ১) সিস্টেম ভ্যাকুয়াম করতে হবে (পদক্ষেপ ২৫ এর ১-৬ এর অনুরূপ)
- ২) গেজ মেনিফোল্ডের হাই সাইডের ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে। ১০-১৫ মিনিট অপেক্ষা করে দেখতে হবে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা ওপরে ওঠে কিনা (লিক টেস্ট) ।
- ৩) রেফ্রিজারেট সিলিভারটি পরিমাপক যন্ত্রের ওপর রেখে ওজন করতে হবে ।
- ৪) নির্মাতার নির্দেশ অনুযায়ী নির্দিষ্ট জেনের হিমায়ক চার্জ করতে হবে ।
- ৫) এয়ার কন্ডিশনার চালু করে ক্যাম্প অন মিটারে কারেন্ট পরিমাপ করতে হবে ।
- ৬) ইভাপারেটর থেকে ঠান্ডা বাতাস নির্গত হচ্ছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে ।
- ৭) থার্মেস্ট্যাট কাট আউট ও কাট ইন হয় কিনা পরীক্ষা করতে হবে ।
- ৮) সরঞ্জামাদির সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে নন রিটার্ন ভালভ এ ডেড ক্যাপ লাগিয়ে দিতে হবে ।

ব্যবহারিক ২৭

উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার সার্ভিসিং করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার খ) পলিথিন গ) রশি ঘ) ডিটারজেন্ট ঙ) পানি

যন্ত্রপাতি: ক) এয়ার ব্লোয়ার খ) ক্লু ড্রাইভার গ) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ ঘ) সকেট রেঞ্চ ঙ) ওপেন এন্ড রেঞ্চ

কাজের ধাপ

- ১) স্টার ক্লু ড্রাইভার-এর সাহায্যে ফ্রন্ট কভার বা খিল খুলতে হবে।
- ২) ফিল্টার খুলে এনে ব্রাশ ও এয়ার ব্লোয়ার দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।
- ৩) কেবিনেট থেকে এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট নামিয়ে আনতে হবে।
- ৪) কমপ্রেসার মোটর ও ব্লোয়ার মোটর পলিথিন দিয়ে আবৃত করতে হবে।
- ৫) পানিতে হালকা ডিটারজেন্ট মিশিয়ে কনডেনসার ও ইভাপোরেটর পরিষ্কার করতে হবে। শক্ত ময়লা গুলো ব্রাশ দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।
- ৬) পরিষ্কার পানি দিয়ে ডিটারজেন্ট দেওয়া অংশগুলো ভালোভাবে ধুয়ে ফেলতে হবে এবং এয়ার ব্লোয়ার দিয়ে পানি শুকিয়ে ফেলতে হবে।
- ৭) বুশে তেল দিতে হবে।
- ৮) চেসিস পরিষ্কার কতে হবে।
- ৯) সকল টিলা সংযোগ ও মাউন্টিং বোল্ট টাইট করতে হবে।
- ১০) সকল অংশ যথানিয়মে পুনঃস্থাপন করতে হবে।
- ১১) এয়ারকন্ডিশনার চালু করে পারফরম্যান্স করতে হবে।

ব্যবহারিক ২৮

এয়ারকন্ডিশনার স্থাপন করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) এয়ারকন্ডিশনার খ) কাঠ গ) নেইল ঘ) লোহার অ্যাক্সেল ও রড ঙ) রয়্যাল প্লাগ চ) বৈদ্যুতিক তার
ছ) জু জ) ইনসুলেটিং টেপ বা) কর্কসিট

যন্ত্রপাতি: ক) চিজেল খ) হ্যামার গ) স্টিলটেপ ঘ) ক্রাইভার ঙ) অক্সি এ্যাসিটিলিন ওয়েল্ডিং সেট চ) জু ড্রাইভার
ছ) প্লায়ার্স জ) ক্ল্যাম্প অন মিটার বা) নিয়ন টেস্টার ।

কাজের ধাপ:

- ১) স্থাপনের পূর্বে স্থানটি পরিদর্শন ও দেয়াল নির্বাচন করতে হবে।
- ২) প্রয়োজনীয় মাপে দেয়াল কাটতে হবে। সে অনুযায়ী কাঠের ফ্রেম ও লোহার ফ্রেম তৈরি করতে হবে।
- ৩) কাঠের ফ্রেম ও লোহার ফ্রেম দেয়ালে ভালোভাবে আটকাতে হবে।
- ৪) এয়ারকন্ডিশনার ফ্রেমে ঢুকিয়ে পিছনের দিকে ১/৪ ঢালু রাখতে হবে। ফ্রেমের মধ্যে স্থাপন করে নাট বোল্ট আটকে দিতে হবে। যদি কোথাও ফাঁকা তাকে কর্ক সিট বা কাপড় দিয়ে আটকে দিতে হবে।
যাতে বায়ু চলাচল করতে না পারে।
- ৫) ইউ ট্যাপসহ ড্রেন লাইন তৈরি করতে হবে।
- ৬) বৈদ্যুতিক সংযোগ দিয়ে এয়ার কন্ডিশনার চালু করে কারেন্ট পরিমাপ করতে হবে।

ব্যবহারিক ২৯

ওয়াটার কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনী পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) ওয়াটার কুলার খ) বরফ গ) লবণ ঘ) গ্লাস

যন্ত্রপাতি: ক) বৈদ্যুতিক সার্কিট খ) AVO মিটার গ) স্ক্রু ড্রাইভার।

কাজের ধাপ:

- ১) প্লাগের সংযোগ পরীক্ষা: অ্যাভোমিটার-এর সিলেকটর ওহমে সেট করতে হবে। ওয়াটার কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনীর প্লাগে অ্যাভোমিটার-এর টেস্ট প্রোবদ্বয় ধরতে হবে। সংযোগ ঠিক থাকলে কন্টিনিউটি দেখাবে।
- ২) জয়েন্ট বক্সের পরীক্ষা: জয়েন্ট বক্সের কভার খুলে সংযোগগুলো পরীক্ষা করতে হবে। সংযোগ ঢিলা থাকলে তা টাইট করতে হবে।
- ৩) মোটরের টার্মিনাল পরীক্ষা: মোটর টার্মিনাল খুলে রিলে ও ওভারলোড প্রটেকটর অপসারণ করতে হবে। অ্যাভোমিটার দিয়ে কয়েলের ওহম পরিমাপ করতে হবে। ওহমের মান থেকে কমপ্রেসরের রান স্টার্ট ও কমন পয়েন্ট বের করতে হবে।
- ৪) ওভারলোড প্রটেকটর পরীক্ষা: অ্যাভোমিটার-এর টেস্ট প্রোবদ্বয় ওভারলোড প্রটেক্টরের সংযোগ বিন্দুতে ধরতে হবে। কন্টিনিউটি দেখালে ওভারলোড প্রটেকটর ভালো আছে।
- ৫) রিলে পরীক্ষা: অ্যাভোমিটারের টেস্ট প্রোবদ্বয় রিলে পয়েন্টদ্বয়ে ঢুকাতে হবে। কন্টিনিউটি না দেখালে কারেন্ট কয়েল রিলে উল্টা করে ধরতে হবে। এ অবস্থায় কন্টিনিউটি দেখালে রিলে ভালো আছে।
- ৬) ক্যাপাসিটর পরীক্ষা: ওহম মিটারের টেস্ট প্রোবদ্বয় ক্যাপাসিটরের দুই টার্মিনাল ধরলে যদি ওহম মিটারের কাঁটা ওপরের দিকে ওঠে আস্তে আস্তে পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে তবে ক্যাপাসিটর ভালো আছে বুঝতে হবে।
- ৭) ফ্যান মোটর পরীক্ষা: অ্যাভোমিটারের টেস্ট প্রোব প্রান্তদ্বয় মোটরের বিভিন্ন লোপে ধরলে কন্টিনিউটি দেখাবে। মোটর ঘুরিয়ে সাউন্ড ডিটেকটর দিয়ে মোটর-এর বুশ বেয়ারিং-এর শব্দ পরীক্ষা করতে হবে।
- ৮) থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা: অ্যাভোমিটারের টেস্ট প্রোবদ্বয় থার্মোস্ট্যাট-এর দুই টার্মিনালে ধরলে কন্টিনিউটি দেখাবে। এরপর রিমোট ভালভ পাত্রে রক্ষিত লবণ ও বরফ কুচির মিশ্রণে প্রবেশ করালে কিছুক্ষণ পর যদি শব্দ করে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয় এবং কন্টিনিউটি না দেখায়, তবে থার্মোস্ট্যাট ভালো আছে বুঝতে হবে।

ব্যবহারিক ৩০

ওয়াটার কুলারের পানির বর্তনী পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) ওয়াটার কুলার খ) পানি সরবরাহ গ) বিদ্যুৎ/ সরবরাহ।

কাজের ধাপ:

- ১) ইনলেট স্টপ ভালভ পরীক্ষা: হাত দিয়ে এর উভয় দিকে ঘুরাতে হবে। যদি ভালভ সহজে ঘুরে এবং পানির প্রবাহ পূর্ণরূপে খুলে দিলে সিল বা জয়েন্ট হতে লিক না করে তবে স্টপ ভালভ ভালো আছে।
- ২) কন্ট্রোল ভালভের ফুট প্যাডেল স্প্রিং লিভার পরীক্ষা: ফুট প্যাডেলে বারবার চাপ দিয়ে ছেড়ে দিলে পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসবে এবং লিভার যদি যথাযথ রূপে উঠানোমা করে তাহলে এটি ভালো আছে।
- ৩) পানি প্রবাহ পরীক্ষা: পানি প্রবাহ লাইনে ইনলেট ভালভ খুলে দিয়ে ফুট প্যাডেলে চাপ দিলে যদি পানি পূর্ণ গতিতে পড়ে এবং প্যাডেল প্রেসার মুক্ত করলে পানি প্রবাহ বন্ধ হলে বুঝতে হবে পানির সরবরাহ মাত্রা ঠিক আছে।
- ৪) ড্রেন লাইন পরীক্ষা: ড্রেন লাইন দিয়ে পানি প্রবাহিত হয় কিনা পরীক্ষা করতে হবে এবং ময়লা থাকলে পরিষ্কার করতে হবে।

ব্যবহারিক ৩১

ওয়াটার কুলার চালু করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ওয়াটার কুলার।

যন্ত্রপাতি: ক) ক্ল্যাম্প অন AVO মিটার খ) নিয়ন টেস্টার গ) থার্মোমিটার।

কাজের ধারা :

- ১) টেস্টার দিয়ে দেখতে হবে বৈদ্যুতিক লাইনে সাপ্লাই আছে কিনা।
- ২) ক্ল্যাম্প অন AVO মিটার দিয়ে ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে। ভোল্টেজ ১৮০-২৩০ ভোল্ট দেখালে ঠিক আছে।
- ৩) সুইচ অন করে ইউনিট চালু করতে হবে।
- ৪) ক্ল্যাম্প অন অ্যাম্পিয়ার মিটার দিয়ে কারেন্ট পরিমাপ করে দেখতে হবে। নির্মাতার দেওয়া অ্যাম্পিয়ার এর মান অ্যাম্পিয়ার মিটার-এর পাঠের সমান বা কাছাকাছি হলে কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ সঠিক আছে।
- ৫) পানির ইনলেট ভালভ খুলে লাইন চালু করে পানি পূর্ণ করতে হবে।
- ৬) থার্মোস্ট্যাট সুইচ অফ হওয়া পর্যন্ত ইউনিট চালাতে হবে। পানির তাপমাত্রা 6° - 12° সে. হলে ওয়াটার কুলার-এর কার্যকারিতা ঠিক আছে।

ব্যবহারিক ৩২

ওয়াটার কুলারের লিক পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) ওয়াটার কুলার খ) ড্রাই নাইট্রোজেন গ) সাবান ফেনা ঘ) স্পঞ্জ ঙ) ব্রেজিং চ) ফ্লাস্ক ছ) ইমারি ক্লথ ।

যন্ত্রপাতি: ক) পিয়ার্সিং ভালভ খ) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ গ) অক্সিএসিটিলিন ওয়েল্ডিং সেট

কাজের ধাপ:

- ১) চার্জিং লাইনে পিয়ার্সিং ভালভ সংযোগ করতে হবে।
- ২) ড্রাই নাইট্রোজেন সিলিন্ডার-এর হোজ পাইপ চার্জিং লাইনের পিয়ার্সিং ভালভ-এর সঙ্গে সংযোগ করতে হবে।
- ৩) ড্রাই নাইট্রোজেন N_2 দিয়ে 150 P.S.I চাপে প্রেসার দিতে হবে।
- ৪) সাবানের ফেনা তৈরি করে সন্দেহজনক প্রতিটি জয়েন্টে স্পঞ্জ-এর সাহায্যে সাবানের ফেনা লাগাতে হবে।
- ৫) লিক-এর স্থানে বুদবুদ সৃষ্টি হবে। লিক থাকলে লিকের স্থান ব্রেজিং করে মেরামত করতে হবে।

ব্যবহারিক ৩৩

ওয়াটার কুলারের হিমায়েন চক্র বায়ুশূন্য করার দক্ষতা অর্জন

মালামাল : ক) ওয়াটার কুলার খ) স্ক্যাডার ভালভযুক্ত কপার টিউব (নন রিটার্ন ভালভ গ) ব্রেজিং রড ঘ) ফ্লাস্ক
ঙ) পানি চ) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার ছ) ইমারি ক্লথ।

যন্ত্রপাতি: ক) ভ্যাকুয়াম পাম্প ক) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) চার্জিং হোজ পাইপ।

কাজের ধাপ :

- ১) ওয়াটার কুলার-এর প্রসেস টিউব বা চার্জিং লাইন এ স্ক্যাডার ভালভযুক্ত কপার টিউব (নন রিটার্ন ভালভ) ব্রেজিং করে চার্জিং লাইন তৈরি করতে হবে।
- ২) ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের কম্পাউন্ড গেজ পোর্ট ও নন রিটার্ন ভালভের সাথে একটি হোজ পাইপ দিয়ে সংযোগ করতে হবে।
- ৩) গেজ মেনিফোল্ডের মাঝের পোর্টে চার্জিং হোজ দিয়ে রেফ্রিজারেন্টের সিলিন্ডারের সাথে সংযোগ করতে হবে।
- ৪) গেজ মেনিফোল্ডের অপর পোর্টে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ভ্যাকুয়াম পাম্প সংযোগ করতে হবে।
- ৫) গেজ মেনিফোল্ডের ভালভদ্বয় খোলা রেখে ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।
- ৬) কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা -30 of Hg তে আসার পর কমপক্ষে 30 মিনিট ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু রাখতে হবে।
- ৭) গেজ মেনিফোল্ডের হাই সাইডের ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে।
- ৮) ১০-১৫ মিনিট অপেক্ষা করে দেখতে হবে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা ওপরে ওঠে কিনা।

ব্যবহারিক ৩৪

ওয়াটার কুলারের চার্জকরণ দক্ষতা অর্জন

মালামাল: ক) ওয়াটার কুলার খ) রেফ্রিজারেটর সিলিভার গ) নন রিটার্ন ভালভ।

যন্ত্রপাতি: ক) চার্জিং হোজ পাইপ সেট খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) ক্ল্যাম্প অন AVO মিটার ঘ) ওজন পারিমাপক যন্ত্র।

কাজের ধাপ:

- ১) সিস্টেম ভ্যাকুয়াম করতে হবে (পদক্ষেপ ৩৩ এর ১-৮ এর অনুরূপ)।
- ২) রেফ্রিজারেট সিলিভারটি পরিমাপক যন্ত্রের ওপর রেখে ওজন করতে হবে।
- ৩) নির্মাতার নির্দেশ অনুযায়ী নির্দিষ্ট ওজনের হিমায়ক চার্জ করতে হবে।
- ৪) ওয়াটার কুলার চালু করে ক্ল্যাম্প অন মিটারে কারেন্ট পরিমাপ করতে হবে।
- ৫) থার্মেস্ট্যাট কাট আউট ও কাট ইন হয় কিনা পরীক্ষা করতে হবে।
- ৬) থার্মেস্ট্যাট সুইচ অফ হওয়া পর্যন্ত ইউনিট চালাতে হবে। পানির তাপমাত্রা ৮-১২ সে. হলে ওয়াটার কুলার-এর কার্যকারিতা ঠিক আছে।
- ৭) সরঞ্জামাদির সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে নন রিটার্ন ভালভ-এ ডেড ক্যাপ লাগিয়ে দিতে হবে।

ব্যবহারিক ৩৫

ওয়াটার কুলারের রক্ষণাবেক্ষণ করার দক্ষতা অর্জন

মালামাল: ক) ওয়াটার কুলার খ) এয়ার রোয়ার গ) ডিটারজেন্ট ঘ) পানি ঙ) নেকড়া।

যন্ত্রপাতি: ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ খ) সকেট রেঞ্চ গ) ওপেন এন্ড রেঞ্চ ঘ) ব্রাশ ঙ) ফিনস কন্ম।

কাজের ধাপ:

১) কেবিনেট পরিষ্কার টুলস দিয়ে ওয়াটার কুলারের কেবিনেট খুলতে হবে। কমপ্রেসড এয়ার, ব্রাশ, নেকড়া দিয়ে বডি পরিষ্কার করতে হবে। ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি দিয়ে ভালোভাবে পরিষ্কার করতে হবে। সবশেষে পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে।

২) কনডেনসার পরিষ্কারকরণ: পানিতে হালকা ডিটারজেন্ট মিশিয়ে উচ্চ বেগে পানি কনডেনসারে স্প্রে করতে হবে। শক্ত ময়লাগুলো ব্রাশ দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে এবং পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে। এয়ার রোয়ার দিয়ে কনডেনসার-এর পানি শুকিয়ে ফেলতে হবে।

৩) ইভাপোরেটর পরিষ্কারকরণ: চাপযুক্ত বাতাস ও পরিষ্কার নেকড়া দিয়ে ইভাপোরেটর পরিষ্কার করতে হবে।

৪) কমপ্রেসর পরিষ্কারকরণ: এয়ার রোয়ার দিয়ে চাপযুক্ত বাতাস ও পরিষ্কার নেকড়া দিয়ে কমপ্রেসর পরিষ্কার করতে হবে।

৫) পানির লাইন পরিষ্কার: পানির লাইনের বাইরের অংশ ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে। প্রয়োজনে সফট ব্রাশ ব্যবহার করতে হবে।

৬) পানির লাইন-এর ভেতরের অংশ পরিষ্কার: ইউনিট বন্ধ করে পানি প্রবাহের ভালভ খুলে দিতে হবে। ফুট প্যাডেলে চাপ দিয়ে পানি বের হলে পাইপের ভেতরের অংশ কমপক্ষে ১৫ মিনিট ধরে পরিষ্কার করতে হবে। কোনো ক্লিনিং সলভেন্ট বা ইউহেবিটেড সলিউশন ব্যবহার করে স্কেলিং বা স্লাজ পরিষ্কার করতে হবে।

৭) বৈদ্যুতিক সংযোগ চিলা থাকলে টাইট করতে হবে।

ব্যবহারিক ৩৬

ওয়াটার কুলার স্থাপন করার দক্ষতা অর্জন

মালামাল: ক) ওয়াটার কুলার খ) পানির পাইপ গ) বৈদ্যুতিক তার ঘ) বোর্ড ঙ) সকেট চ) সুইচ ছ) ফিউজ জ) পাইপ ফিটিংস ঝ) রয়্যাল প্রাণ এঃ) জু

যন্ত্রপাতি: ক) কাটিং প্রায়ার্স খ) ফ্লাট জু ড্রাইভার গ) পাইপ কাটার ঘ) পাইপ বেস্তার ঙ) থ্রেট কাটার চ) পাওয়ার ড্রিল মেশিন ছ) পাইপ রেঞ্চ।

কাজের ধাপ:

ক) ওয়াটার কুলার স্থাপন করার জন্য স্থান নির্বাচন করতে হবে। যেখানে পানি সরবরাহ লাইন থেকে ওয়াটার কুলারে পানি আসার পথ বের করতে হবে। ওই লাইনে একটি ভালভ লাগাতে হবে যার মাধ্যমে পানির প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা যাবে।

খ) বৈদ্যুতিক বর্তনী: মেইন সাপ্লাই বোর্ড থেকে সিঙ্গেল ফেজ লাইন ওয়াটার কুলারের স্থলে এনে একটি সাব সার্কিট বোর্ড তৈরি করে বোর্ডে ১৬ অ্যাম্পিয়ারের সুইচ ও থ্রিপিন সকেট ভালোভাবে স্থাপন করতে হবে।

গ) লাইন ভোল্টেজ পরীক্ষা করে ওয়াটার কুলার চালু করতে হবে। পানি নিয়ন্ত্রণ ভালভ খুলে পানি সরবরাহ করতে হবে। পানি পূর্ণ হয়ে গেলে ভালভ বন্ধ করতে হবে এবং পানির তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করতে হবে। কিছুক্ষণ ওয়াটার কুলার চালানোর পর যদি পানির তাপমাত্রা 10° - 12° সে. এর মধ্যে আসে তবে ওয়াটার কুলারে কার্যকারিতা ঠিক আছে।

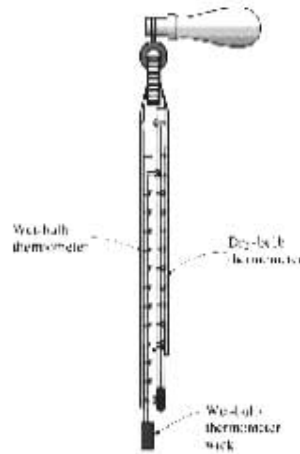
রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং-২
দশম শ্রেণি (দ্বিতীয় পত্র)
তাত্ত্বিক

প্রথম অধ্যায়
সাইক্রোমেট্রিক চার্ট
(psychrometric Chart)

১.১ স্লিং সাইক্রোমিটার (Sling Psychrometer)

স্লিং সাইক্রোমিটার-এ দুটি থার্মোমিটার পাশাপাশি একই প্রোটেন ওপর সন্নিবেশিত থাকে। একটি বাষ্প শুষ্ক এবং অপরটির বাষ্প নরম ভিজা কাপড়ে জড়ানো থাকে। একটিকে ড্রাই বাষ্প থার্মোমিটার এবং অপরটিকে ওয়েট বাষ্প থার্মোমিটার বলে। চিত্র ১.১ অনুযায়ী সাইক্রোমিটারের সাথে সংযুক্ত হাতলের সাহায্যে প্রায় ১ মিনিট বাতাসে ঘুরিয়ে ড্রাই বাষ্প এবং ওয়েট বাষ্প এর উষ্ণতা ড্রাই বাষ্প থেকে কম হয়ে থাকে। দুই থার্মোমিটারের পার্থক্যকে ওয়েট বাষ্প ডিফ্রেশন বলে। বাতাস যত শুষ্ক হবে ডিফ্রেশন তত বেশি হবে। কারণ শুষ্ক বাতাস ওয়েট বাষ্প এর ভিজা কাপড়ের বাষ্পীভবন ঘটিয়ে শীতল করে। অর্ধ বাতাসে ডিফ্রেশন কম হয়ে থাকে।

Sling Psychrometer



চিত্র: ১.১ স্লিং সাইক্রোমিটার

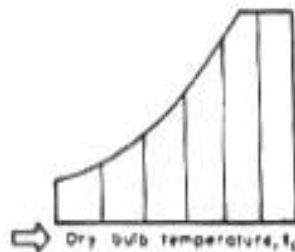
১.২ সাইক্রোমেট্রিক চার্টের বিভিন্ন অংশের নাম

১. ড্রাই বাষ্প তাপমাত্রা (td) লাইন
২. আপেক্ষিক আর্দ্রতা বা স্পেসিফিক হিউমিডিটি (w) লাইন
৩. শিশিরাক (tdp) লাইন
৪. ওয়েট বাষ্প তাপমাত্রা (tw)
৫. আপেক্ষিক আর্দ্রতন রেখা বা স্পেসিফিক ভলিউম লাইন
৬. এনথালপি লাইন
৭. ভেগার হোলার লাইন
৮. সেনসেবল হিট ফ্লাক্স লাইন

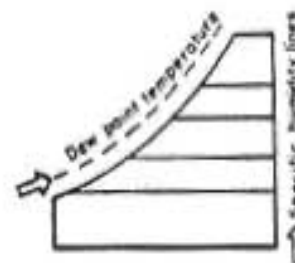
৯. সল্লুত ব্ৰেখা বা সেচুৰেশ্বন লাইন

১০. কণ বিজ্ঞান বা কুয়াশা এলাকা

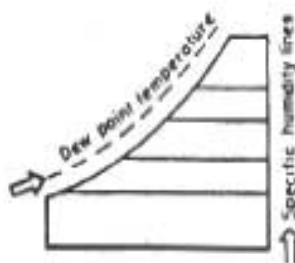
১. জ্বাই বাষ্প তাপমাত্ৰা (td) লাইন। কোটি এৰ সন্মতমানে সোজা বাহু ব্ৰেখাওলো জ্বাই বাষ্প তাপমাত্ৰা লাইন চাৰ্টৰ সৰ্বনিম্ন অনুভূমিক রেখাৰ এৰ মান সোখা থাকে।



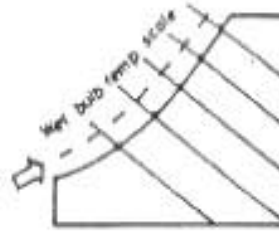
২. আৰগেটিক আৰ্দ্ৰতা (w) বা স্পেচিফিক হিউমিডিটি লাইন। জ্বাই-এৰ সন্মতমানে সোজা অনুভূমিক রেখাওলো আৰগেটিক আৰ্দ্ৰতা লাইন। চাৰ্টে ভাল পাৰে উল্লেখকৰ এৰ মান সোখা থাকে।



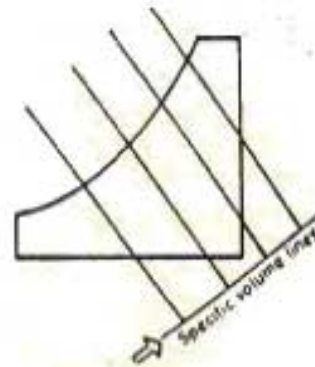
৩. শিশিৰাত (tdp) লাইন: অনুভূমিকৰ সন্মতমানে সোজা ব্ৰেখাওলো শিশিৰাত লাইন-এৰ মাদ বাম দিকে সল্লুত ব্ৰেখাৰ সেখাবো হুৱে থাকে।



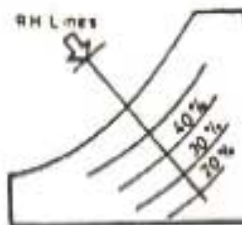
৪. ওৱেট বাষ্প তাপমাত্ৰা (tw)। ওৱেট বাষ্প তাপমাত্ৰা লাইনওলো জ্বাইৰ সাৰে 30° কোণে অবস্থান কৰে। ওৱেট বাষ্প তাপমাত্ৰা ব্ৰেখাওলোৰ মাজে দাঁক কাম অৰ্থাৎ ব্ৰেখাওলো কাছকলিহি।



৫. আর্দ্রতাক আয়তন রেখা বা স্পেসিফিক ভলিউম লাইন : আর্দ্রতাক আয়তনের রেখাগুলো স্থলির সাথে ৭০ কোশে অবস্থান করে। এ রেখাগুলোর মধ্যে কখন স্থান বেশি এর মান রেখাগুলোর ওপরই দেখা থাকে।



৬. স্থলীর আর্দ্রতা রেখা বা হিসেটিক হিউমিডিটি লাইন : স্থলীর আর্দ্রতা লাইনগুলো বাম দিক থেকে ডান করে স্থান দিকে সামান্য বেকে ঠগরের দিকে ঠগ্রে ঝর। লাইনগুলো সম্পূর্ণ রেখা অনুসরণ করে। এর মানগুলো শক্তকরা হারে রেখাগুলোর ওপরই দেখা থাকে।



৭. এনথালপি লাইন : এনথালপি লাইনগুলো হেলো সোজা এবং সমান দূরত্ব বিশিষ্ট রেখা। এ রেখাগুলো ওয়েট বাষ্প আর্দ্রতার সমান্তরাল এবং সম্পূর্ণ রেখা পর্বত কিছু কিছু এনথালপি রেখা ওয়েট বাষ্প আর্দ্রতার সাথে মিলে ঝর। এনথালপির মান সম্পূর্ণ রেখার বাসে থাকে।

১১. সম্পৃক্ত রেখা বা সেচুরেশন লাইন: সাইক্লোমেট্রিক চার্টের বাম দিকে সর্বশেষ বক্ররেখাকে সেচুরেশন লাইন বা সেচুরেশন কার্ভ বলে।

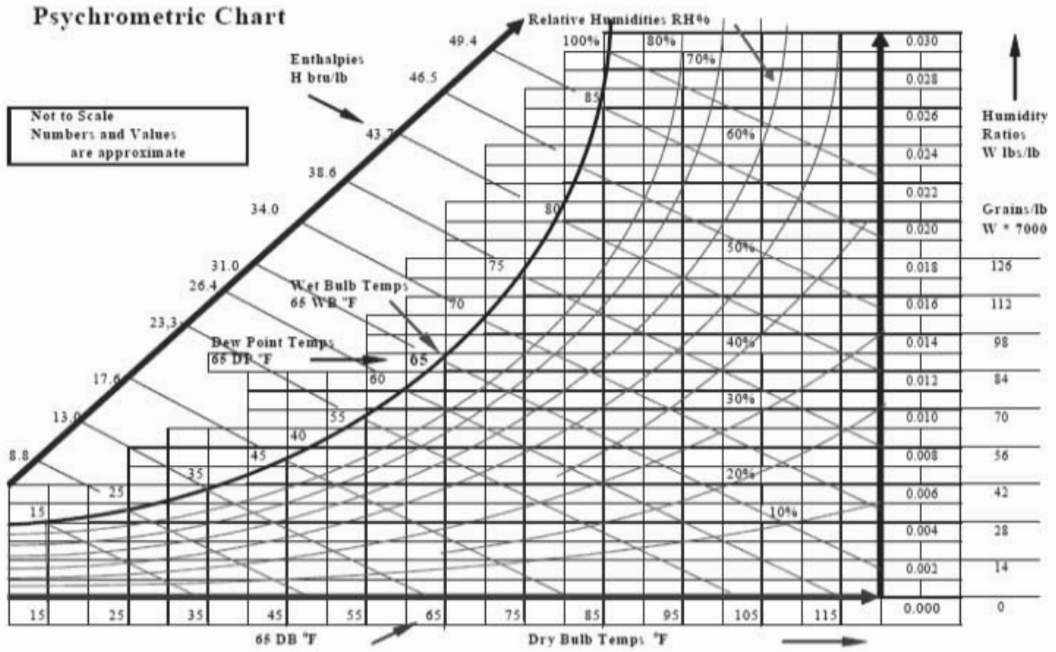
১২. ফগ রিজন বা কুয়াশা এলাকা: সেচুরেশন কার্ভের বামের অঞ্চলকে ফগ রিজন বা কুয়াশা এলাকা বলে।

১.৩ সাইক্লোমেট্রিক চার্টের সাহায্যে কী কী নিরূপণ করা যায় তার তালিকা:

বাতাস এবং বাতাসে জলীয় বাষ্প সংমিশ্রণের বিভিন্ন গুণাবলির সংখ্যামূলক মান নির্ণয়ের জন্য সাইক্লোমেট্রিক চার্ট ব্যবহৃত হয়। ওয়েট বাষ্প তাপমাত্রা, ড্রাই বাষ্প তাপমাত্রা, শিশিরাঙ্ক, তুলনীয় আর্দ্রতা ইত্যাদি যে কোনো দুটির ছেদবিন্দু থেকে অন্যান্য গুণাবলির সংখ্যামূলক মান নির্ণয় করা হয়। তবে স্লিং সাইক্লোমিটারের সাহায্যে ড্রাই বাষ্প ও ওয়েট বাষ্প তাপমাত্রা পরিমাপ করে সাইক্লোমেট্রিক চার্টে উভয়ের ছেদবিন্দু নির্ণয়ের পর বাকি সবগুলোর মান সহজেই বের করা যায়। স্লিং সাইক্লোমিটার বাতাসে প্রায় ১ মিনিট ২৭০ মিটার বেগে ঘুরিয়ে ড্রাই ও ওয়েট বাষ্প তাপমাত্রা নির্ণয় করা হয়। সাইক্লোমেট্রিক চার্ট থেকে নিম্নলিখিত উপাদানগুলো নিরূপণ করা যায়।

১. ড্রাই বাষ্প তাপমাত্রা
২. আপেক্ষিক আর্দ্রতা
৩. শিশিরাঙ্ক
৪. ওয়েট বাষ্প তাপমাত্রা
৫. আপেক্ষিক আয়তন
৬. তুলনীয় আর্দ্রতা
৭. এনথালপি।

১.৪ সাইজ বা বাস্তব সাইকোমেট্রিক চার্ট অঙ্কন



চিত্র. ১.১১ বাস্তব সাইকোমেট্রিক চার্ট

প্রশ্নমালা

অতি সর্ক্ষিত প্রশ্ন

১. সাইকোমেট্রিক চার্টের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
২. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে ড্রাই বাস তাপমাত্রা দেখাও।
৩. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে আপেক্ষিক আর্দ্রতা লাইন দেখাও।
৪. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে ওয়েট বাস তাপমাত্রা দেখাও।
৫. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে শিশিরাঙ্ক লাইন দেখাও।

সর্ক্ষিত প্রশ্ন

১. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে রিলেটিভ হিউমিডিটি লাইন দেখাও।
২. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে ভেপার প্রেসার লাইনের অবস্থান দেখাও।
৩. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে সেনসেবল হিট ফ্যাক্টর লাইনের অবস্থান দেখাও।
৪. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে সম্পৃক্ত রেখা দেখাও।
৫. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্টে ফগ রিজেন দেখাও।
৬. হাতে আঁকা সাইকোমেট্রিক চার্ট হতে কী কী উপাদান নিরূপণ করা যায়।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. চিত্রসহ প্লিং সাইক্রোমিটারের বর্ণনা দাও।
২. হাতে আঁকা সাইক্রোমেট্রিক চার্ট অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের লাইন দেখাও।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় ও প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

বাতাস এবং জলীয় বাষ্প মিশ্রিত বাতাসের বিভিন্ন সংখ্যামূলক মান নির্ণয়ের জন্য সাইক্রোমেট্রিক চার্ট ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে বিভিন্ন গুণাবলির মান নির্ণয় করা হয় এবং সাইক্রোমেট্রিক চার্টে বসানো হয়।

১. সাইক্রোমেট্রিক চার্ট হতে সাইক্রোমেট্রিক গুণাবলির মান নির্ণয় করার জন্য কোন যন্ত্রের পাঠ সাইক্রোমেট্রিক চার্টে বসানো হয়।
২. সাইক্রোমেট্রিক চার্টের অবয়বের বাইরের উল্লম্ব রেখা থেকে কী কী মান পাওয়া যায়।
৩. ড্রাই বাল্ব ও ওয়েট বাল্বের তাপমাত্রার পার্থক্য বেশি দেখালে আর্দ্রতার মান কীরূপ হবে।
৪. কখন ড্রাই বাল্ব ও ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা সমান দেখায়।
৫. সেনসেবল হিট ফ্ল্যাক্সের বেজ লাইনের অবস্থান কোথায়।

দ্বিতীয় অধ্যায় এয়ারকন্ডিশনিং পদ্ধতি (Air Conditioning System)

২.১ এয়ারকন্ডিশনিং-এর সংজ্ঞা:

এয়ারকন্ডিশনিং শব্দের আভিধানিক অর্থ হলো শীতাতাপনিয়ন্ত্রণ। মানুষ বা প্রাণীর আরাম-আয়েশের জন্য এবং শিল্পকারখানায় উৎপাদিত পণ্যের গুণগত মান সংরক্ষণ ও পণ্যের উৎপাদন বৃদ্ধিকল্পে কোনো আবদ্ধ স্থানের বাতাসের তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, গতি, বিশুদ্ধতা ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করার প্রক্রিয়াকে এয়ারকন্ডিশনিং বলে।

২.২ এয়ারকন্ডিশনিং-এর প্রকারভেদ:

এয়ারকন্ডিশনিংকে বহুবিধ উপায়ে শ্রেণিবিভাগ করা যায়। ব্যবহারের উদ্দেশ্য, ঋতু এবং যন্ত্রপাতির বিন্যাস বিবেচনায় এনে নিম্নলিখিতভাবে এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমকে শ্রেণিবিভাগ করে দেখানো হলো।

১। ব্যবহারের প্রধান উদ্দেশ্যের দিক থেকে এয়ারকন্ডিশনিং-কে দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

ক) কমফোর্ট এয়ারকন্ডিশনিং (comfort air conditioning)

খ) ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ারকন্ডিশনিং (Industrial air conditioning)

২। যন্ত্রপাতি সাজানোর দিক দিয়ে এয়ারকন্ডিশনিংসিস্টেমকে চার ভাগে ভাগ করা যায়।

ক) ইউনিটারি বা রুম এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Unitary or room air conditioning system)

খ) স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Split air conditioning system)

গ) প্যাকেজ এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (package air conditioning system)

ঘ) সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Central air conditioning system)

-প্রত্যক্ষ পদ্ধতি (Direct expansion of DX system)

-পরোক্ষ পদ্ধতি (Indirect expansion system)

৩। বছরের ঋতু অনুসারে এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

ক) গ্রীষ্মকালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Summer air conditioning system)

খ) শীতকালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Winter air conditioning system)

গ) বাৎসরিক এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Year round air conditioning)

কমফোর্ট এয়ারকন্ডিশনিং (comfort air conditioning) :

যে এয়ারকন্ডিশনিং মানুষের আরাম-আয়েশ কর্মউদ্দীপনা বৃদ্ধি, চিকিৎসা, গবেষণা ইত্যাদি উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয় সেগুলোকে আরামদায়ক শীতাতপনিয়ন্ত্রণ বা কমফোর্ট এয়ারকন্ডিশনিং বলে। যেমন: বাসাবাড়ি, অফিস আদালত, হোটেল, বার, প্রেক্ষাগৃহ, শিক্ষাপ্রতিষ্ঠান, পাঠাগার, বাজার, টার্মিনাল ইত্যাদিতে কমফোর্ট এয়ারকন্ডিশনিং ব্যবহার করা হয়।

ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ারকন্ডিশনিং (Industrial air conditioning):

শিল্পপ্রতিষ্ঠানের উৎপাদিত পণ্যের গুণগত মান সংরক্ষণ ও উৎপাদন বৃদ্ধি করার জন্য যে এয়ারকন্ডিশনিং করা হয় তাকে ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ারকন্ডিশনিং বলে। যেমন সুতা ও কাপড়ের কল, রেয়ন মিল, পেপার মিল, হিমাগার,

প্রিন্টিং ও থার্মো প্রসেসিং প্লান্ট, মেশিন পার্টস প্রস্তুত করার কারখানা ইত্যাদিতে ব্যবহৃত এয়ারকন্ডিশনিং ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ারকন্ডিশনিং-এর আওতাভুক্ত।

ইউনিটারি বা রুম এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Unitary or room air conditioning system) :

ফ্যাক্টরিতে একটি কেসে সংযোজিত এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট জানালা বা জানালা বরাবর দেয়ালে বসানোর জন্য যে এয়ারকন্ডিশনার ডিজাইন করা হয় তাকে ইউনিটারি এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম বা রুম এয়ারকন্ডিশনিং বা উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম বলে। এ পদ্ধতির মাধ্যমে কোনো স্থান বা কক্ষে ডাক্টবিহীন কন্ডিশন এয়ার সরবরাহ করা হয়। প্রতিটি কক্ষের জন্য ভিন্ন ভিন্ন ইউনিট ব্যবহার করা হয়।

স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Split air conditioning system):

স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে রুম এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিটের ইনডোর ও আউটডোর সেকশন দুটি পৃথক ইউনিটে বা কেসিং-এ সন্নিবেশিত থাকে। ইনডোর ইউনিটে ইভাপোরেটর, এক্সপানশন ভিভাইস, মোটরসহ ইভাপোরেটর ব্রোয়ার, কন্ট্রোল প্যানেল, এয়ার ফিল্টার, সাপ্লাই এবং রিটার্ন এয়ার খিল ইত্যাদি অংশ থাকে। যে কক্ষের শীতাতপনিয়ন্ত্রণ করতে হয় সে কক্ষের ভেতরে এ ইউনিটটি স্থাপন করা থাকে। এটা সিলিং এ বুলন্ত অবস্থায়, দেয়ালে অথবা কনসোল মডেল হলে মেঝেতে বসানো থাকে। এ অংশটি সাধারণত ফ্যান কয়েল ইউনিট নামে পরিচিত। আউটডোর ইউনিটে কমপ্রেসর, এয়ার কুলড কনডেনসার, মোটরসহ কনডেনসার ফ্যান থাকে। ইনডোর এবং আউটডোর ইউনিটে বসানোর পর লিকুইড এবং সাকশন লাইন সংযোগ করা হয় যা ইউনিটের পাশে দৃশ্যমান অবস্থায় থাকে স্প্লিট সিস্টেম বায়ুশূন্যকরণ, হিমায়ক চার্জকরণ, প্রেসারটেস্ট ইত্যাদি কাজগুলো যে স্থানে ইউনিটকে স্থাপন করা হবে সে স্থানেই করতে হয়।

আজকাল অবশ্য প্রি-চার্জ করা ইউনিটই বেশি দেখা যায়। ইউডোর ইউনিটের ক্যাপিলারি টিউবের আউটলেটে হিচিং বা গার্মিং শব্দ থেকে পরিব্রাণ পাওয়ার জন্য অনেক প্রস্তুতকারক ক্যাপিলারি টিউব আউটডোর ইউনিটে স্থাপন করে থাকেন। এটি সাধারণত রিমোট কন্ট্রোল হয়ে থাকে।

প্যাকেজ এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (package air conditioning system):

প্যাকেজ এয়ারকন্ডিশনারকে রুম এয়ারকন্ডিশনারের বৃহদাকার সংস্করণ বলা যেতে পারে। বাজারে সাধারণত ৩,৫,৭,১০ এবং ১৫ টন ক্যাপাসিটির প্যাকেজ ইউনিট পাওয়া যায়। রুম এয়ারকন্ডিশনারের ন্যায় প্যাকেজ ইউনিটে কুলিং, হিউমিডিফায়িং এবং এয়ার হ্যান্ডলিং কম্পোনেন্ট থাকে, যা ফ্যাক্টরিতে সংযোজিত থাকে। প্যাকেজ ইউনিটে হিটিং এবং হিউমিডিফায়িং-এর ব্যবস্থা সংযুক্ত থাকে। এ ইউনিটের কনডেনসারটি ওয়াটার কুল্ড বলে এটি সম্পূর্ণ ফ্যাক্টরিতে সংযোজন, চার্জ এবং টেস্ট করা যায়। সুতরাং হিমায়ক পাইপিং, প্রেসার, লিক টেস্ট, সিস্টেম বায়ুশূন্যকরণ, চার্জিং ইত্যাদি কাজ ফিল্ডে করার প্রয়োজন পড়ে না। এতে শুধু ফিল্ডে লেবার চার্জ হ্রাস করে না বরং সম্পূর্ণ সিস্টেমের পরিচ্ছন্ন নিশ্চিত করে এবং কঠোরভাবে কোয়ালিটি কন্ট্রোল করা যায়।

সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Central air conditioning system):

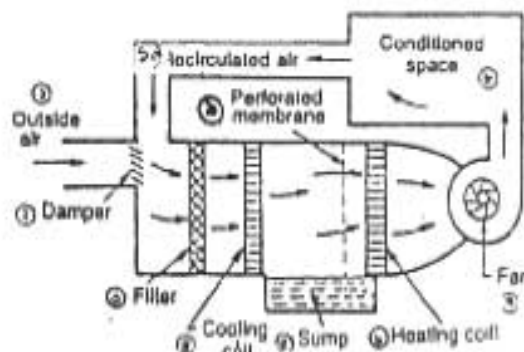
যদি কোনো শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে বাতাসকে ঠাণ্ডা বা গরম করে ডাকটের মাধ্যমে বিভিন্ন কক্ষে বিতরণ করা হয় অথবা প্রতিটি কক্ষ শীতল করার জন্য যদি কেন্দ্রীয়ভাবে পানি শীতল করে ফ্যান কয়েল ইউনিটে সরবরাহের ব্যবস্থা থাকে তবে তাকে কেন্দ্রীয় শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বলে। বহুতলা বিশিষ্ট ভবনের শীতাতপনিয়ন্ত্রণ এক জায়গা থেকে করা হলে তাকে সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং পদ্ধতি বলা হয়। কেন্দ্রীয় শীতাতপ পদ্ধতি দুই ধরনের হয়ে থাকে। যথা:

১) প্রত্যক্ষ পদ্ধতি (Direct expansion of DX system): হিমাঙ্ককর সাহায্যে সরাসরি বাতাসকে ঠান্ডা করা হয়ে তাকে ছাঁইয়েরেট প্রয়োগনশন সিস্টেম বলে। ফ্রেশড্রেইট ইত্যাদি কেবলে প্রত্যক্ষ পদ্ধতির শীতাতপনিয়ন্ত্রণ ব্যবহৃত হয়।

২) পরোক্ষ পদ্ধতি (Indirect expansion system): বা ডিম্ব তরটির সিস্টেম: পরোক্ষ পদ্ধতিতে রেফ্রিজারেটর সাহায্যে কেন্দ্রীয়ভাবে পানি ঠান্ডা করে সেই ঠান্ডা পানির সাহায্যে বাতাসকে ঠান্ডা করা হয়। এ পদ্ধতিকে রিক তরটির সিস্টেমও বলা হয়।

গ্রীষ্মকালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Summer air conditioning system):

গ্রীষ্মকালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে বাতাসকে ঠান্ডা ও সাধারণত অনর্জ করা হয়। চিত্র: ২.১ এ একটি গ্রীষ্ম কালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম দেখানো হয়েছে। এ সিস্টেমে বাহিরের সর্বাধিক বাতাস ফ্যানের মাধ্যমে প্রবেশ করে ফিল্টারসেটিং বাতাসের সাথে মিশ্রিত হয়। মিশ্রিত বাতাস থেকে কুলা, ময়লা এবং অশুদ্ধ দূর করার জন্য ফিল্টারের ডেকের নিচে প্রবাহিত করা হয়। এরপর বাতাস কুলিং কয়েলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত হয়। কুলিং কয়েলের তাপমাত্রা কম থাকার কারণে মিশ্রিত হ্রাসের বাতাস কয়েলের সংস্পর্শে এসে তাপমাত্রা হ্রাস বাহ তাপমাত্রা পর্যন্ত শীতল হয়।



১. আউট লাইট এরর ২. ফ্যান ৩. ফিল্টার ৪. কুলিং কয়েল ৫. পাম্প ৬. হিটিং কয়েল ৭. ক্যাম ৮. কন্ডিশন স্পেস ৯. প্যাসকয়েল ১০. রি সার্ভিসেট এরর।

চিত্র ২.১ গ্রীষ্মকালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম

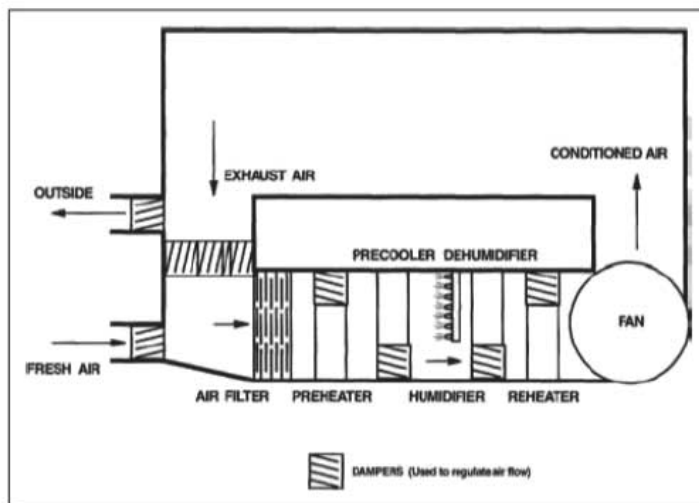
শীতল বাতাস হ্রাসকৃত একটি ফিল্টার ডেকের নিচে প্রবাহিত হওয়ার বাতাসের সর্বাধিক কণা বর্জনিত হয়ে বিস্তারিত পানি জমা হয়। এরপর বাতাসকে হিটিং কয়েল দিয়ে সাধারণ উত্তপ্ত করা হয়। হিটিং-এর উদ্দেশ্য হলো মিশ্রিত হ্রাসে বাতাসের পূর্বনির্ধারিত তাপমাত্রা ও অনর্জতা করার দ্বারা। কন্ডিশন বাতাস ফ্যানের সাহায্যে মিশ্রিত হ্রাসে সরবরাহ করা হয়। এগজস্ট ক্যাম বা ডেভিলোপমেন্টের সাহায্যে মিশ্রিত হ্রাস থেকে ব্যবহৃত বাতাসের কিছু অংশ বায়ুমণ্ডলে পরিচালিত করা হয়। ব্যবহৃত বাতাসের বাকি অংশ বাহিরের সর্বোচ্চ বাতাসের সাথে মিশ্রিত করে পুনরায় কন্ডিশন করে মিশ্রিত হ্রাসে সরবরাহ করা হয়। এভাবে চক্রের পুনরাবৃত্তি ঘটতে থাকে।

শীতকালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Winter air conditioning system):

কন্ডিশনিং সিস্টেমে বাতাসকে গরম এবং অনর্ধ্র করার ব্যবস্থা থাকে চিত্র: ২.২ এ এক ধরনের একটি এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম দেখানো হয়েছে।

এতে বাইরের সজীব বাতাস ড্যান্সারের ভেতর দিয়ে কক্ষ প্রবেশ করে রিসার্কুলেটিং বাতাসের সাথে মিশ্রিত হয় এবং মিশ্রিত বাতাস থেকে ধূলা, ময়লা এবং অন্যান্য অপদ্রব্য দূর করার জন্য ফিল্টারের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত করা হয়। বাতাসে অবস্থিত পানি জমে যাওয়া রোধকল্পে এবং হিউমিডিফায়ারে পানির বাষ্পায়ন নিয়ন্ত্রণ করার জন্যে প্রস্তুত বাতাস থ্রি-হিটার কয়েলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত করা হয়। কাঙ্ক্ষিত মাত্রার আর্দ্রতা বজায় রাখার জন্য মিশ্রিত ও পরিস্রুত বাতাসের মধ্যে হিউমিডিফায়ারের সাহায্যে পানি বাষ্পাকারে স্প্রে করা হয়।

Flow diagram of winter air conditioning system



চিত্র: ২.২ শীতকালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম

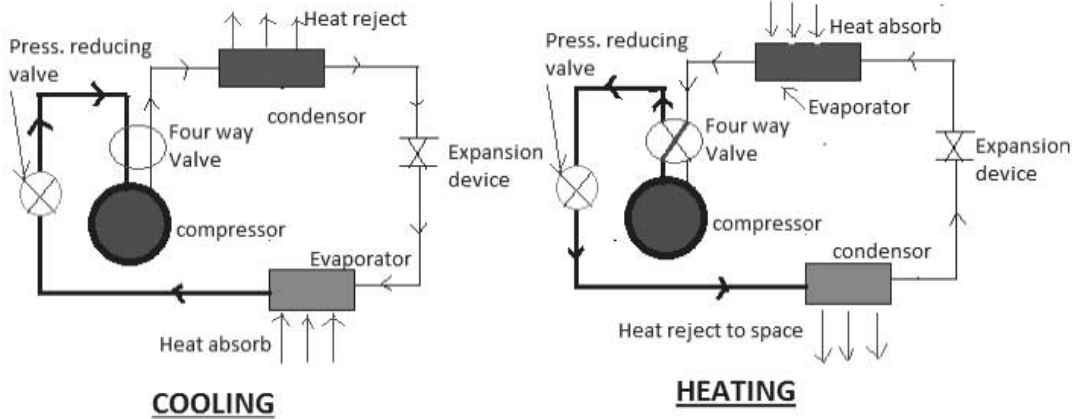
এরপর বাতাসকে থ্রি-হিটার কয়েলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত করে কাঙ্ক্ষিত ড্রাই বাব তাপমাত্রায় আনা হয়। এয়ার ফ্যানের সাহায্যে নিয়ন্ত্রিত বাতাস নিয়ন্ত্রিত স্থানে সরবরাহ করা হয়। নিয়ন্ত্রিত স্থান থেকে কিছু বাতাস এগজাস্ট ফ্যান বা পুনরায় নিয়ন্ত্রিত কক্ষে সরবরাহ করা হয়।

বাৎসরিক এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম (Year round air conditioning):

বাৎসরিক শীতাতপনিয়ন্ত্রণ অর্থাৎ গ্রীষ্ম ও শীতকালে ব্যবহারযোগ্য ডাইরেক্ট সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং পদ্ধতিতে কুলিং ও হিটিং উভয় ধরনের ব্যবস্থা থাকে। কারণ আবহাওয়ার পরিবর্তনের পরিপ্রেক্ষিতে তথা গ্রীষ্মকালে কক্ষের বাতাসকে ঠাণ্ডা/শীতল এবং আর্দ্রতাহীন করে বায়ু নিয়ন্ত্রণ করা হয়। আবার শীতকালে কক্ষের বাতাসকে গরম এবং আর্দ্রতা বাড়িয়ে বায়ু নিয়ন্ত্রণ করা হয়। তাই বাৎসরিক শীতাতপনিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে বিশেষ একাধিক ডিভাইস সিস্টেমে যন্ত্রাংশ বদ্ধ ও চালু রাখা হয়। উল্লেখ্য, গ্রীষ্মকালে ইভাপোরেটর কুলিং করলে বাতাসে তাপ শোষণ

করে বাতাসকে শীতল করে। অপরদিকে শীতকালে হিটিং টেম্পারিং কয়েল ঠান্ডা বাতাসকে গরম করে থাকে। উভয় ক্ষেত্রে নিয়ন্ত্রিত বাতাস ডাকটের সাহায্যে নিয়ন্ত্রিত কক্ষে সরবরাহ করা হয়। সারা বছর ব্যবহার যোগ্য একটি শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির চিত্রসহ বিভিন্ন অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা নিম্নে দেওয়া হলো:

১. ফিল্টার, ড্যাম্পার, লুভার ২. থ্রি-হিটার ৩. রিটার্ন বায়ুর প্রবেশপথ ৪. এয়ার ফিল্টার ৫. ডিহিউমিডিকায়ার ৬. রিহিটার হিটিং কয়েল ৭. হিউমিডিকায়ার ৮. ব্লোয়ার ক্যান ১০. এয়ার ডাকট ১১. এয়ার পাম্প ১২. হিমাগন যন্ত্রপাতি কমপ্রেসর, কনডেনসার, রিসিভার এক্সপানশন ভালভ , কুলিং কয়েল ১৩. পানি পাম্প ১৪. পানির পাইপসমূহ ১৫. কুলিং টাওয়ার ১৬. বয়লার ১৭. পাইপ লাইন (হিটিং মাধ্যম) প্রভৃতি।



Year round Air Conditioner OR Heat Pump

চিত্র ২.৩ বাৎসরিক শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির বিভিন্ন অংশ

বিভিন্ন অংশের নাম ও সংক্ষিপ্ত বর্ণনা:

১. লুভার, ফিল্টার, ড্যাম্পার: অভ্যন্তরীণ বায়ু চলাচল (ভেন্টিলেশন) এবং বিশেষ সময়ে বাইরের মুক্ত বাতাসের প্রয়োজন হয়। তাই বাতাস গ্রহণের নিমিত্তে লুভার, ফিল্টার ও ড্যাম্পার ব্যবহৃত হয়। লুভার-এর মাধ্যমে বাইরের মুক্ত বায়ু মিস্রিং চেম্বারে প্রবেশ করে। ফিল্টারের মাধ্যমে উক্ত বায়ুতে অবস্থিত ধূলাবালির অপদ্রব্য পরিষ্কার হয়। ড্যাম্পার বাতাসের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।
২. থ্রি-হিটার: এটি শীতাতপনিয়ন্ত্রণের জন্য বায়ুকে গরম করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এতে তাপ প্রয়োগের মাত্রা নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থা থাকে।
৩. রিটার্ন বায়ু প্রবেশপথ: কক্ষে ব্যবহৃত বায়ু ঠান্ডা/গরম করে পুনরায় কাজে লাগানোর জন্য এ পথ ব্যবহৃত হয়।
৪. এয়ার ফিল্টার: কক্ষে দূষিত বায়ু পরিশোধনের জন্য ব্যবহৃত হয়।
৫. ডিহিউমিডিকায়ার: বায়ুতে অবস্থিত জলীয় কণা/বাষ্প কমানোর জন্য এটি ব্যবহৃত হয়। সাধারণত কুলিং কয়েল, পানি/ব্রাইন ওয়াটার, ঝর্ণা প্রভৃতি ডিহিউমিডিকায়ার হিসাবে কাজ করে।
৬. রিহিটার/হিটিং কয়েল: নিয়ন্ত্রিত বায়ু কোনো ক্রমে ঠান্ডা হয়ে গেলে এটা উপযুক্ত মাত্রায় আরামপদ গরম করে দেয়।
৭. হিউমিডিকায়ার: বাতাসের আর্দ্রতা বৃদ্ধির জন্য এটি ব্যবহৃত হয়। যার মাধ্যমে শীতল বাতাসে গরম বাষ্প ছিটানো হয়।

হিউমিডিস্ট্যাট: এটি বাতাসের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়। মূলত এটি ডিহিউমিডিফায়ার ও হিউমিডিফায়ারকে নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

৮. ব্লোয়ার ফ্যান: কক্ষে বায়ু সঞ্চালনের জন্য এটি ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত সেন্সিটিভিউগাল টাইপ হয়ে থাকে।

৯. ব্লোয়ার মোটর: এটি ব্লোয়ার ফ্যান পরিচালনার জন্য ব্যবহৃত হয় এবং বিদ্যুৎ দ্বারা চলে।

১০. এয়ার ডাকট: নিয়ন্ত্রিত বায়ু (ঠান্ডা বা গরম) বা মুক্ত বায়ু পরিবহন ও সঞ্চালনের জন্য ডাকট ব্যবহৃত হয়।

১১. এয়ার আউটলেট: নিয়ন্ত্রিত বায়ু কক্ষে বিতরণের জন্য ডাকটের মুখে এটি ব্যবহৃত হয়।

১২. হিমায়ন যন্ত্রপাতি: বায়ু শীতল করার জন্য মূলত কমপ্রেসর, কনডেনসার, রিসিভার, হিমায়ক ফিল্টার, এক্সপানশন ভিভাইস এবং কুলিং কয়েল (ইভাপোরেটর/ চিলার) প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়।

১৩. পানির পাম্প: শীতল পানি বিভিন্ন টিউবে সঞ্চালন এবং কনডেনসারে ঠান্ডা করার জন্য ব্যবহৃত পানি কুলিং টাওয়ারে সরবরাহের জন্য পাম্প ব্যবহার করা হয়।

১৪। পানি বা ব্রাইন ওয়াটার পাইপ: শীতল বা গরম পানি বহন করার জন্য এ পাইপ ব্যবহৃত হয়।

১৫. কুলিং টাওয়ার: কনডেনসারের গরম পানি ঠান্ডা করার জন্য কুলিং টাওয়ার ব্যবহৃত হয়।

১৬. বয়লার: শীতকালে হিটিং কয়েলে গরম পানি/ বাষ্প সরবরাহের জন্য এবং গরমকালে প্রি-হিট/রিহিট এর- জন্য বয়লার ব্যবহৃত হয়।

১৭. পাইপ লাইন (হিটিং মাধ্যমে): বয়লার হতে পানি/বাষ্প বিভিন্ন স্থানে প্রেরণ ও ফের আনার জন্য এ পাইপ লাইন ব্যবহৃত হয়।

২.৩ এয়ারকন্ডিশনিং এর তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ:

আবহাওয়া (ঋতু) পরিবর্তনের সাথে শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির মাধ্যমে প্রয়োজনে বাতাসের তাপমাত্রা বাড়িয়ে বা কমিয়ে একটি নির্দিষ্ট অবস্থায় আনার ব্যবস্থাকে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ বলে। সাধারণত গ্রীষ্মকালে কুলিং বা হিমায়ন পদ্ধতিতে তাপমাত্রা কমানো হয় এবং শীতকালে হিটিং পদ্ধতিতে তাপমাত্রা বাড়ানো হয়। উল্লেখ্য, বাতাসের তাপমাত্রা কমাতে সাধারণত হিমায়ন পদ্ধতি তথা কুলিং কয়েল (ইভাপোরেটর) এর প্রয়োজন হয়। আবার তাপমাত্রা বাড়াতে গরম পানির কয়েল, বৈদ্যুতিক হিটার, হিটপাম্প বা হিমায়ন পদ্ধতির কনডেনসারের গরম বাতাস ব্যবহার করা হয়, গ্রীষ্মকালে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অপর দিকে শীত কালে ১৮ সে. হতে ২১ সে. তাপমাত্রা রাখা হয়। কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য থার্মোস্ট্যাট সুইচ বা টেম্পারেচার কাট আউট ব্যবহার করা হয়। উল্লেখ্য, শীতকালে কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ তথা কমানোর জন্য স্বাভাবিক হিমায়ন সাইকেলকে রিভার্স ভালভ মেকানিজমের মাধ্যমে বিপরীতমুখী করা হয়। ফলে হিমায়ন সাইকেলের কুলিং কয়েল (ইভাপোরেটর) কনডেনসার হিসাবে এবং কনডেনসার কুলিং কয়েল (ইভাপোরেটর) হিসাবে কাজ করে। তাই শীতকালে কক্ষ গরম হয় বা তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে করে। শীতকালে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের এ ধরনের ব্যবস্থাপনাকে হিট পাম্প বলা হয়।

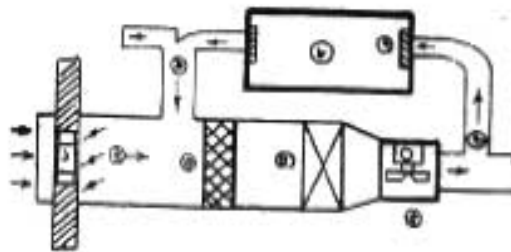
২.৪ এয়ারকন্ডিশনিং-এর আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ:

মানুষের জন্য আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যপদ পরিবেশ সৃষ্টি করতে বাতাসের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয়। তাই শীতাতপনিয়ন্ত্রণে মূল/প্রধান কাজই (Function) হলো কক্ষের বাতাসের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা। আরামদায়ক পরিবেশের জন্য আর্দ্রতা একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় (Factor) যার জন্য শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা অপরিহার্য। গ্রীষ্মকালে বাতাসের আর্দ্রতা ৫০% থেকে ৬৮% এবং শীতকালে ৪০% থেকে ৫৫% রাখা স্বাস্থ্যপদ বা ভালো। মূলত বায়ুর আর্দ্রতা হিউমিডিস্ট্যাট (Humidistate) দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। তবে

অর্ধতা বাড়ানোর জন্য হিউমিডিফায়ার (Humidifier) এবং অর্ধতা কমানোর জন্য ডিহিউমিডিফায়ার (De-Humidifier) ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ দুই উপায়ে অর্ধতা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। যেমন- ১। অর্ধতা হ্রাসকরণ ২। অর্ধতা বৃদ্ধিকরণ।

২.৫ এরায় কন্ট্রোলিং-এ বাতাস গতি নিয়ন্ত্রণ।

শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ কক্ষে ঠান্ডা, গরম, পরিষ্কার ও বিচ্ছিন্ন বাতাস একটি নির্দিষ্ট গতিতে সঞ্চালন (Circulation) করা হয়। কারণ পূর্ব ক্ষেত্রে বা কক্ষ গতিতে বাতাস সঞ্চালন করা হলে তাতে আবাসিক পরিবেশ সৃষ্টি হবে না। সাধারণত বিস্তারিত কক্ষে বাতাসের গতিবেগ (Velocity) ৫-৮ মিটার/মি. রাখা হয়। বাতাসের গতি নির্দিষ্ট পরিমাণ বা নিয়ন্ত্রণে রাখার জন্য নির্দিষ্ট কম্বা ও হাণ্ডেল গ্রোয়ার, ডাকট, ফ্যান, ইনলেট আউটলেট, ডিফিউজার এবং শিল ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। বাতাসের গতি ও সঞ্চালনের পরিমাণ সূচক শীতাতপনিয়ন্ত্রণ কক্ষের আয়তন, তাপ অপসারণের পরিমাণ এবং অবকাঠামো প্রেরণ ও সঞ্চালন করা হয়। তাই বাতাসের গতি ও পরিমাণ ডাকটের আয়তন, সাইজ এবং ডিফিউজার তপস নির্ধারিত। তাইপরি ডাকটের মুখে বা বাতাস ইনলেট আউটলেটে ব্যবহৃত শিল ডিফিউজার ও বাতাসের গতি নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়তা করে। -



২.৬ বাতাস পরিষ্কারকরণ।

বাতাস মূল উপাদান (নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন) ব্যতীত অন্যান্য কঠিন উপাদান এবং ধূলিকণা, মিশ, হাই, মোরা, বিকাস গ্যাস, দুর্গন্ধ, প্রোজীবী বা প্রকৃতি মৃত করার ব্যবস্থাকে বায়ু বিচ্ছিন্নকরণ বলে। বিজ্ঞানসম্মত ও বায়ুপূর্ণ জীবন ব্যবস্থার জন্য বাতাস কঠিন পদার্থ দূর করা অপরিহার্য। তাই নিয়ন্ত্রিত কক্ষের বাতাস বিচ্ছিন্নকরণের মূল উদ্দেশ্য হলো এর থেকে দুর্গন্ধ, বিকাস গ্যাস ও কঠিনকরক জীব বায়ু ব্যাকটেরিয়া, অইরাস প্রকৃতি দূর করা। বাতাস বিচ্ছিন্ন করার জন্য সাধারণত কঠিনমুক্ত বিশেষ ধরনের এরায় ফিল্টার ব্যবহার করা হয়। সব ধরনের শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে বাতাস কঠিন-বেগি বিচ্ছিন্ন করা হয়। বাতালে অবস্থিত বাতাসের জন্য কঠিন উপাদান বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় দূর করা যায়।

যেমন- ১. ড্রাই ফিল্টার (Dry Filter) ২. ভিসকাল ফিল্টার (Viscous Filter) ৩. অ্যাকটিভেটেড কার্বন ফিল্টার (Activated Carbon Filter) ৪. ইলেকট্রনিক ফিল্টার (Electronic Filter) ৫. আল্ট্রা-ভায়োলেট ল্যাম্প (Ultra Violet lamp) ৬. ট্রি-ইথিলিন গ্লাইকল স্প্রে নজল (Tri-Ethylene Glycol Spray Nozzle) ইত্যাদি।

বাতালে অবস্থিত দূষিত পদার্থ দূর ফিল্টারে ব্যবহৃত অ্যাকটিভেটেড কার্বন বা কাঠ কয়লার সাহায্যে দূর করা হয়। অ্যাকটিভেটেড কার্বন নির্ধারিত স্থান (Filter) বা ডাকটের মুখে রাখা হলে তা বাতালে অবস্থিত দূষিত

পদার্থ শোষণ (Absorp) করে নেয়। ফলে বাতাস দূষণমুক্ত হয়। সাধারণত প্রতি ১০০ ঘনমিটার বাতাসের জন্য ৪০ কেজি অ্যাকটিভেটেড কার্বনের প্রয়োজন হয়। ওই কার্বনের কার্যক্ষমতা বা দূষিত পদার্থ শোষণ করার ক্ষমতা হ্রাস পেলে তা আবার উত্তপ্ত করলে ব্যবহারের উপযোগী হয়। অনুরূপভাবে জীবাণুমুক্ত করতে হলে বাতাসে অতিবেগুনি রশ্মি বা আল্ট্রাভায়োলেট রে (Ray) ব্যবহার করা হয় ওই রশ্মি (Ray) এর জন্য আল্ট্রাভায়োলেট ল্যাম্প বা জার্মিসিডেল ল্যাম্প-এর প্রয়োজন হয়। আবার কক্ষের বা ডাকটের বাতাসে ট্রাই ইথিলিন গ্লাইক স্প্রে নজল (Spray nozole) দ্বারা ছিটিয়ে জীবাণুমুক্ত করা হয়। উল্লিখিত প্রক্রিয়ায় সাধারণত বায়ুতে অবস্থিত জীবাণু ধ্বংস হয়। ফলে বাতাস বিশুদ্ধ হয়।

২.৭ এয়ারকন্ডিশনিং-এ বায়ুর অক্সিজেনের গুরুত্ব সম্পর্কে বর্ণনা:

মানুষ বায়ু তথা অক্সিজেন (O_2) ছাড়া বাঁচতে পারে না কারণ অক্সিজেন মানুষের কর্মপ্রেরণার মূল উৎস। আমরা স্বাভাবিক অবস্থায় বায়ুমন্ডল থেকে প্রয়োজনীয় অক্সিজেন গ্রহণ এবং নিঃশ্বাসে কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2)-ত্যাগ করি, উদ্ভিদ বা গাছপালা গ্রহণ করে পরিশোধনের মাধ্যমে বায়ুতে প্রচুর পরিমাণ অক্সিজেন ছাড়ে। তাই অক্সিজেনের প্রধান উৎস সবুজ উদ্ভিদ বা গাছপালা। অর্থাৎ মানুষের ছেড়ে দেওয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড উদ্ভিদ গ্রহণ করে বাতাসকে বিশুদ্ধ করে থাকে। আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যপদ পরিবেশের জন্য অক্সিজেনের ভূমিকা বা গুরুত্ব অপরিসীম।

কারণ আরামপদ জীবনব্যবস্থায় যেমন নিয়ন্ত্রিত বাতাসের প্রয়োজন, অনুরূপভাবে জীবন বাঁচাতে বিশুদ্ধ অক্সিজেনের প্রয়োজন বেশি। তাই শীতাতপনিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় অক্সিজেনের ব্যবস্থা করা খুবই জরুরি। স্বাভাবিক জীবনযাত্রায় ঘরের-দরজা জানালা এবং মুক্ত ভেন্টিলেটর দ্বারা বাইরের মুক্ত বায়ু (Fresh Air) তথা প্রয়োজনীয় অক্সিজেন ঘরে প্রবেশ করে। কিন্তু শীতাতপনিয়ন্ত্রণ কক্ষ বাতাস নিরোধ (Air tight) এবং দরজা জানালা সব সময় বন্ধ থাকে। ফলে নিয়ন্ত্রিত কক্ষে মুক্ত বায়ু সরবরাহের আলাদা ব্যবস্থা থাকে। এক্ষেত্রে বাইরের মুক্ত বায়ু (Fresh Air) প্রবেশের জন্য এয়ার ভেন্টিলেটর ও লুভার ব্যবহৃত হয়। যার মাধ্যমে কক্ষে নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে বা প্রয়োজনে বাইরের মুক্ত বায়ু প্রবেশ করানো হয়। ফলে অক্সিজেনের ঘাটতি পূরণ হয়। উল্লেখ্য, বাইরের মুক্ত বায়ুর প্রবেশপথ তথা ভেন্টিলেটর বা লুভার (Louver) ম্যানুয়ালি বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

২.৮ এয়ারকন্ডিশনিং-এ অনাকাঙ্ক্ষিত শব্দ নিয়ন্ত্রণ সম্পর্কে বর্ণনা :

বায়ুর অন্যান্য বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণের সাথে অনাকাঙ্ক্ষিত বা বিরজিকর শব্দ (Noise) নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন। শীতাতপনিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে বিরজিকর শব্দের উদ্ভব হলে আরামপদ পরিবেশের বিঘ্ন ঘটায় এবং তা স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর। কোনো কোনো রোগী বা যারা ঘুমের ওষুধ সেবন করে, তাদের জন্য নিঃশব্দ নিয়ন্ত্রিত বায়ুপ্রবাহ খুবই প্রয়োজন বাতাস প্রবাহের সময় কম্পন বা কোনো প্রতিবন্ধকতার কারণে অনাকাঙ্ক্ষিত শব্দের উদ্ভব না হয়, সেদিকে বিবেচনা করে ডাকট ডিজাইন করতে হয় এবং শব্দ কমানোর জন্য ডাকটের ইনলেট, আউটলেটে থিল, ডিফিউজার রেজিস্টার প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়। রুম এয়ার কুলারের কনডেনসিং ইউনিটের কম্পনজনিত শব্দ এড়াতে বর্তমানে স্প্লিট টাইপ এয়ার কুলারের ব্যবহার বাড়ছে। কারণ এর মেশিন তথা কনডেনসিং ইউনিট নিয়ন্ত্রিত কক্ষের বাইরে ছাদে বা অন্য কোনো সুবিধাজনক স্থানে স্থাপন করা হয়। তাই মেশিনের কম্পনজনিত অনাকাঙ্ক্ষিত শব্দ থেকে রক্ষা পাওয়া যায়।

প্রশ্নমালা-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. এয়ারকন্ডিশনিং বলতে কী বোঝায়?
২. এয়ারকন্ডিশনিং-এর শ্রেণি বিভাগ কর।
৩. কমফোর্ট এয়ারকন্ডিশনিং বলতে কী বোঝায়?
৪. ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ারকন্ডিশনিং বলতে কী বোঝায়?
৫. ইউনিটারি বা রুম এয়ারকন্ডিশনার বলতে কী বোঝায়?
৬. স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?
৭. প্যাকেজ এয়ারকন্ডিশনিং বলতে কী বোঝায়?
৮. সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৯. এয়ারকন্ডিশনিং-এর তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ বলতে কী বোঝায়?
১০. এয়ারকন্ডিশনিং-এর আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ বলতে কী বোঝায়?
১১. এয়ারকন্ডিশনিং-এর বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রণ বলতে কী বোঝায়?
১২. এয়ারকন্ডিশনিং-এর বাতাস পরিষ্কারকরণের উদ্দেশ্য কী ?
১৩. এয়ারকন্ডিশনিং-এর ব্যবহৃত এয়ার ফিল্টারগুলোর নাম লিখ?
১৪. এয়ারকন্ডিশনিং-এর বাতাস পরিষ্কারকরণের বিভিন্ন ধরনের ফিল্টারের কার্যক্রম উল্লেখ কর।
১৫. এয়ারকন্ডিশনিং-এ বায়ুর অক্সিজেনের গুরুত্ব লেখ।
১৬. এয়ারকন্ডিশনিং-এ অনাকাঙ্ক্ষিত বা বিরজিকর শব্দ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. চিত্রসহ গ্রীষ্মকালীন এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের বর্ণনা দাও।
২. চিত্রসহ শীতলীকরণ এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের বর্ণনা দাও।
৩. চিত্রসহ বাৎসরিক এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের বর্ণনা দাও।
৪. এয়ারকন্ডিশনিং এর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৫. এয়ারকন্ডিশনিং বাতাসের গতি নিয়ন্ত্রণ ও বাতাস পরিষ্কার করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৬. এয়ারকন্ডিশনিং-এ বায়ুর অক্সিজেনের গুরুত্ব এবং অনাকাঙ্ক্ষিত বা বিরজিকর শব্দ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন:

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

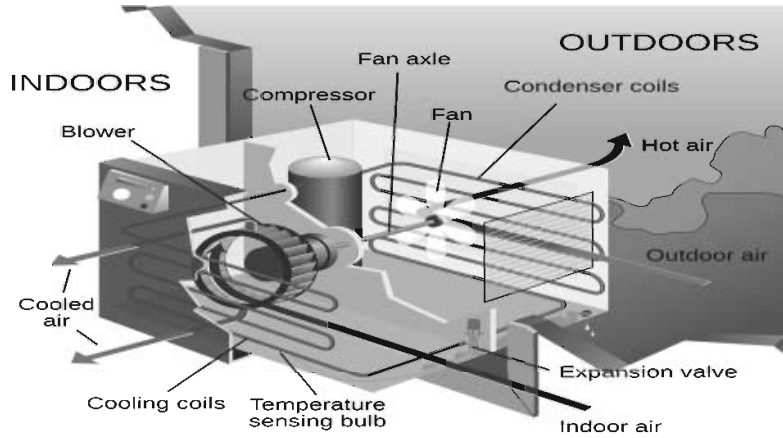
কোনো আবদ্ধ স্থানের বাতাসের তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, গতি, বিশুদ্ধতা ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করার প্রক্রিয়াকে এয়ারকন্ডিশনিং বলে। ব্যবহারভিত্তিক ও ঋতুভিত্তিক ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করতে হয় এবং এ জন্য ভিন্ন ভিন্ন যন্ত্রপাতি সজ্জিত এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট ব্যবহার করা হয়। প্রত্যেকটি এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য আছে।

১. ইউনিটারি বা রুম এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা কীভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়?
২. স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার সিস্টেম বেডরুমে ব্যবহারস্বাস্থ্যসম্মত নয় কেন?
৩. গ্রীষ্মকালে ব্যবহৃত কমফোর্ট এয়ারকন্ডিশনিং-এর জন্য তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা কত রাখা হয়?
৪. শীতকালে ব্যবহৃত কমফোর্ড এয়ারকন্ডিশনিং-এর জন্য তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা কত রাখা হয়?
৫. ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ারকন্ডিশনিং-এর মূল উদ্দেশ্য কী ?
৬. সাপ্লাই ও রিটার্ন ডিফিউজার চেনার উপায় কী?

তৃতীয় অধ্যায়
ডাইরেক্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম
(Direct expansion central airconditioning system)

৩.১ ডাইরেক্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম-এর চিত্র:

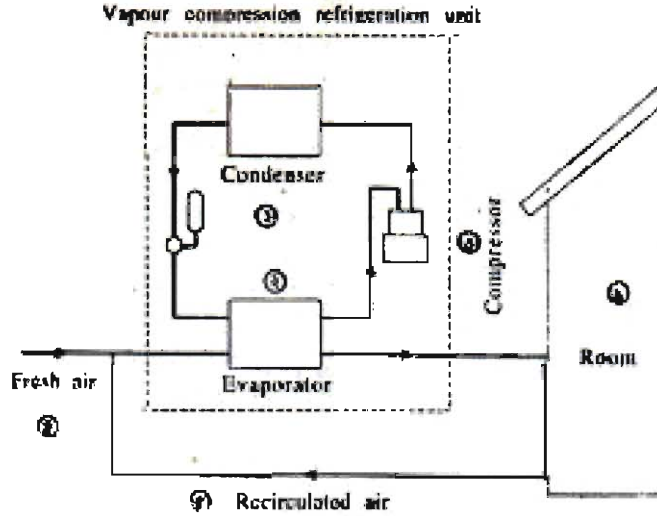
১. সাপ্লাই এয়ার ডাকট ২. এস এ ডিফিউজার ৩. আর এ ডিফিউজার ৪. এয়ারকন্ডিশন রুম ৫. রিটার্ন এয়ার ডাকট ৬. প্যাসেস ৭. এইচ ইউ রুশ ৮. ফ্যান সেকশন ৯. ইভাপোরেটর ১০. কয়েল এয়ার ফিল্টার ১১. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ ১২. কনডেনসার ওয়াটার পাম্প ১৩. লিকুইড লাইন স্ট্রাইনার ১৪. কমপ্রেসর ফ্রেস এয়ার ডাকট উইথ ড্যাম্পার ১৫. কনডেনসার ১৬. প্লান্ট রুম ১৭. সি. টাওয়ার।



চিত্র ৩.১ ডাইরেক্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম

৩.২ ডাইরেক্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের যন্ত্রাংশের তালিকা:

১. ওপেন টাইপ কমপ্রেসর ও মোটর ২. ওয়াটার কুল্ড কনডেনসার ৩. ডরসিভার ৪. ডফল্টার ড্রায়ার ৫. এক্সপানশন ভিভাইস ৬. ইভাপোরেটর (কুলিং কয়েল) ৭. অ্যাকুমুলেটর ৮. অয়েল সেপারেটর ৯. হিটিং কয়েল ১০. রিহিট কয়েল (হিটার) ১১. ডপ্রহিট কয়েল (হিটার) ১২. ব্রোয়ার ১৩. ড্যাম্পার ১৪. ডাকট ১৫. থ্রিল ১৬. থ্রেসার গেজ ১৭. থ্রেসার কন্ট্রোলার ১৮. ফিল্টার ১৯. টেম্পারিং কয়েল ২০. পাম্প ২১. কুলিং টাওয়ার ২২. বয়লার ২৩. প্লেনাম চেম্বার ২৪. মিক্সিং চেম্বার ২৫. এনট্রান্স লুভার ২৬. ডিহিউমিডিটি কন্ট্রোল (হিউমিডিটি) ২৭. ডিহিউমিডিফায়ার ২৮. টেম্পারেচার কন্ট্রোল (থার্মোস্ট্যাট সুইচ) ২৯. হিউমিডিফায়ার (সিটম হিটেড ওপেন প্যান) ৩০. ডিফিউজার।

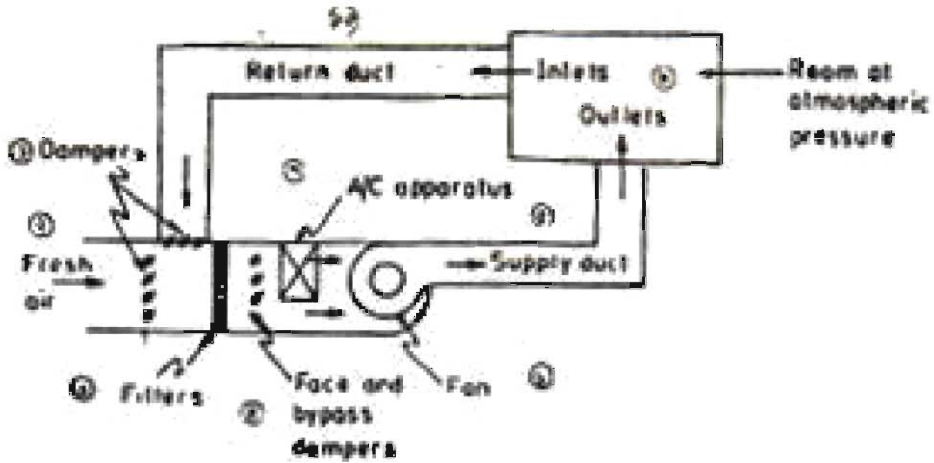


৩.৩ বায়ুপ্রবাহ সম্পর্কে বর্ণনা:

মিক্সিং চেম্বার থেকে বাতাস এয়ার ফিল্টারের মাধ্যমে পরিশ্রুত হয়ে কুলিং কয়েল/হিটিং কয়েলের উপর দিয়ে প্রবাহিত হয়। বাতাস কুলিং/হিটিং কয়েলের সংস্পর্শে প্রয়োজনীয় তাপ বর্জন বা শোষণ করে নিয়ন্ত্রণ (ঠান্ডা/গরম) হয় এবং হিউমিডিস্টিটি দ্বারা আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অতঃপর নিয়ন্ত্রিত বাতাস ব্লোয়ার ফ্যান দ্বারা সাকশন ডাকটের মাধ্যমে আউটলেট দিয়ে কক্ষ ছড়িয়ে পড়ে। কক্ষ হতে নিয়ন্ত্রিত বাতাস তাপ গ্রহণ করে রিটার্ন ডাকটের মাধ্যমে পুনরায় মিক্সিং চেম্বারে প্রত্যাবর্তন করে। এভাবে চক্রাকারে বাতাস সঞ্চালন হবার জন্য কক্ষ আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যপদ হয়। অক্সিজেনের ঘাটতি বা অন্য কোনো কারণে মুক্ত বায়ুর প্রয়োজন হলে লোভার এর মাধ্যমে কিছু মুক্ত বায়ু মিক্সিং চেম্বারে আনা হয়। এই মুক্ত বায়ু রিটার্ন বায়ুর সাথে যুক্ত হয়ে অক্সিজেনের ঘাটতি পূরণ করে থাকে।

বাতাস বন্টন ব্যবস্থা নিম্নলিখিত অংশগুলো নিয়ে গঠিত-

১. বাতাস সঞ্চালনের ফ্যান (Circulating Fan)
২. শীতাতপনিয়ন্ত্রণ অ্যাপারেটাস (Air Conditioning apparatus)
৩. নিয়ন্ত্রিত বাতাসের সরবরাহের ডাকট (supply air duct)
৪. সরবরাহকৃত বাতাসের নির্গমন (supply air outlets)
৫. ফিরতি বাতাসের ডাকট (Return air duct)
৬. ফিরতি বাতাস গ্রিলস (Return air grills)
৭. সজীব বাতাসের প্রবেশপথ বা ডাকট (Fresh air intake or duct)
৮. বাতাস পরিষ্কারের ফিল্টার (Air cleaning filters)
৯. বাতাস নিয়ন্ত্রণের গ্রিলস ও ড্যাম্পারসমূহ (Controlling dampers and grills)



৩.৪ ডাইরেক্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এর বর্ণনা:

হিমায়কের সাহায্যে সরাসরি বাতাসকে ঠান্ডা করা হয় বলে একে ডাইরেক্ট এক্সপানশন সিস্টেম বলে। রেস্টুরেন্ট, লাইব্রেরি ইত্যাদি ক্ষেত্রে প্রত্যক্ষ পদ্ধতির শীতাতপনিয়ন্ত্রণ ব্যবহৃত হয়। ৩.১ চিত্রে একটি ডাইরেক্ট এক্সপানশন বা প্রত্যক্ষ পদ্ধতির কেন্দ্রীয় শীতাতপনিয়ন্ত্রণ প্লান্ট দেখানো হয়েছে। এই সিস্টেমের কমপ্রেসর এবং কনডেনসার (কনডেনসিং ইউনিট এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট) এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট কক্ষের কাছে রেফ্রিজারেশন কক্ষে অবস্থান করে। কুলিং কয়েলটি এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিটের ভেতর অবস্থান করে। সাকশন এবং লিকুইড লাইন দিয়ে কনডেনসিং ইউনিট এবং কুলিং ইউনিট সংযুক্ত করা হয়। এর কমপ্রেসর ওপেন টাইপ বা সেমিহারমেটিক টাইপ হয়ে থাকে। ওপেন টাইপ কমপ্রেসর ডাইরেক্ট বা বেল্ট ড্রাইভ মোটরচালিত হয়ে থাকে। এতে ওয়াটার কুলিং কনডেনসার ব্যবহৃত হলে কনডেনসার একটি স্টিল ফ্রেমে কমপ্রেসর এবং মোটরের সাথে একই ইউনিটে সন্নিবেশিত থাকে। কনডেনসারের পানি ঠান্ডা করার জন্য একটি কুলিং টাওয়ার ব্যবহার করা হয়। যা সাধারণত বিল্ডিং-এর ছাদে স্থাপন করা হয়। এর থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশনভালভটি কুলিং কয়েলের কাছাকাছি স্থাপন করা হয়।

প্রশ্নমালা-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সহজ চিত্রের সাহায্যে ডাইরেস্ট এক্সপানশন পদ্ধতির এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম দেখাও।
২. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের বায়ুপ্রবাহ সম্পর্কে বর্ণনা দাও।
৩. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের বাতাস বন্টন ব্যবস্থায় কী কী অংশ থাকে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৪. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এর সহজ বাতাস বন্টন ব্যবস্থার প্রবাহচিত্র অঙ্কন কর।
৫. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এর যন্ত্রাংশের তালিকা দাও।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করা।
২. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্ন

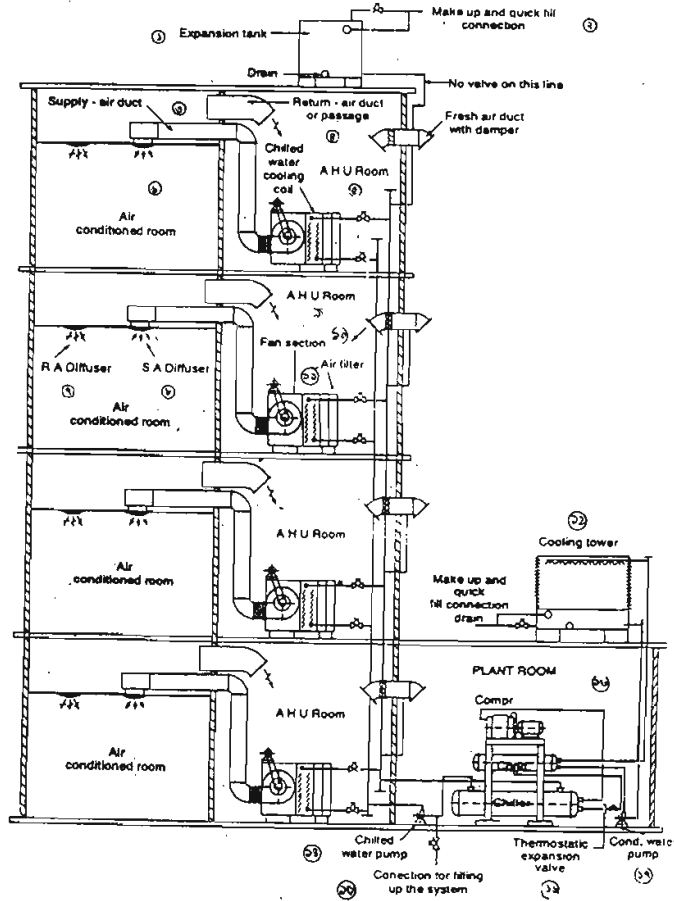
নিচের অনুচ্ছেদটি পড় ও প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম এয়ারকন্ডিশনিং-এর একটি শাখা। এর ব্যবহারের সুবিধা অসুবিধা উভয়ই আছে। খুব বড় সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এ এর ব্যবহার সীমিত।

১. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এর সুবিধা কী?
২. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এর অসুবিধা কী?
৩. কোন কোন এয়ারকন্ডিশনিংকে ডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং বলা হয়?
৪. ডাইরেস্ট এক্সপানশন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এ ড্যাম্পার কোথায় থাকে?
৫. খুব বড় ধরনের সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এ ডাইরেস্ট এক্সপানশন-এর ব্যবহার সীমিত কেন?

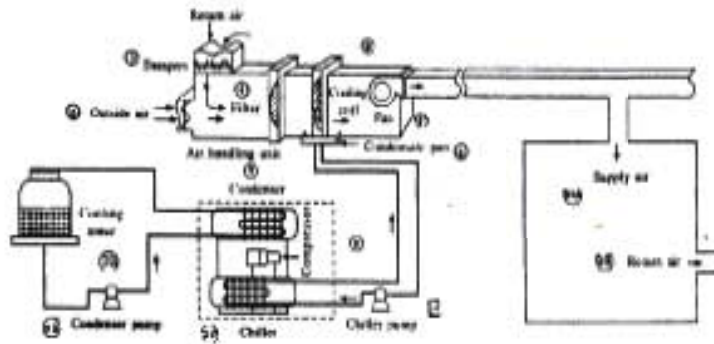
চতুর্থ অধ্যায়
ইনডাইরেক্ট সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং
(Indirect central airconditioning)

৪.১ ইনডাইরেক্ট সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এর চিত্র:



২. এক্সপানশন ট্যাংক ২. মেকআপ অ্যান্ড কুইক ফিল কানেকশন ৩. সাপ্লাই এয়ার ডাকট ৪. এয়ারকন্ডিশনিং রুম
৫. রিটার্ন এয়ার ডাকট অর প্যাসেজ ৬. এইচ ইউ রুম ৭. আর এ ডিফিউজার ৮. এস এ ডিফিউজার ৯.
ফ্যান সাকশন ১০. এয়ার ফিল্টার ১১. কুলিং টাওয়ার ১২. প্লান্ট রুম ১৩. চিল্ড ওয়াটার পাম্প

চিত্র: ৪.১ ইনডাইরেক্ট সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট



চিত্র: ৪.২ ইনডাইরেট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের সিম্পল অস্কাইম

৪.২ ইনডাইরেট সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং-এর যন্ত্রাংশের তালিকা

১. অপেশ টাইপ কম্প্রেসর ও মোটর ২. ওয়াটার কুন্ড কনডেনসার ৩. মিলিটার ৪. ফিল্টার ৫. এজিপানশন চিলিংইল ৬. ইভাপারেটর (চিলার) ৭. অ্যাকুমুলেটর ৮. অয়েল সেপারেটর ৯. চিল ওয়াটার পাম্প ১০. ডি-ড্রিগ ১১. মিটিং কয়েল ১২. ওয়ান, ফিল্টার, অ্যাম্পার ১৩. ফিল্টার বায়ু এবেপশন ১৪. এয়ার ফিল্টার ১৫. ফিল্টারফিল্টার ১৬. ফিল্টারফিল্টার ১৭. ওয়াটার ফ্যান ১৮. ওয়াটার মোটর ১৯. এয়ার ডাকট ২০. এয়ার আউটলেট ২১. কনডেনসিং ইউনিট ২২. পানির পাম্প ২৩. ব্রাইন ওয়াটার পাম্প ২৪. কুলিং টাওয়ার ২৫. বয়লার ২৬. পাইপ লাইন ২৭. সলিডফ্রিড ডাকট ২৮. ফ্যান কয়েল ইউনিট ২৯. ওয়াটার কন্ডিশন ডাকট ৩০. কনডেনসিং পাম্প ৩১. ওয়াটার পেম।

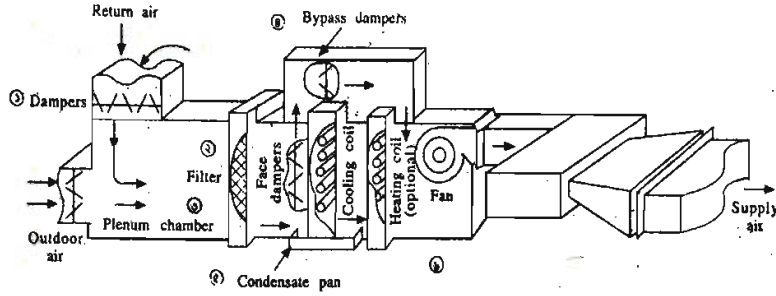
৪.৩ ইনডাইরেট এয়ারকন্ডিশনিং পদ্ধতির বায়ু এয়ার লাইটি

মিজিং চেম্বার হতে বাতাস এয়ার ফিল্টারের মাধ্যমে পরিষ্কৃত হয়ে কুলিং কয়েল/মিটিং কয়েলের উপর দিয়ে এয়ারিত হয়। বাতাস কুলিং/মিটিং কয়েলের সংস্পর্শে প্রয়োজনীয় তাপ বর্জন বা শোষণ করে নিয়ন্ত্রণ তাপ/পরিম হয় এবং ফিল্টারফিল্টার দ্বারা অর্জিত নিয়ন্ত্রণ তথা আপেক্ষিক আর্দ্রতা (RH) কমানো বা বাড়ানো হয়। অতঃপর নিয়ন্ত্রিত বাতাস ওয়াটার ফ্যান দ্বারা সাকপন ডাকটের মাধ্যমে পুনরায় মিজিং চেম্বারে প্রত্যাবর্তন করে। এভাবে চক্রবর্তী বাতাস সঞ্চালন হওয়ার অন্য কক্ষ আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যকর হয়।

বাতাস বক্টের বেসব বিবরণের উপর ভিত্তি করে তা হলো-

১। বিভিন্ন-এর বিভিন্ন কক্ষে শাখা (wing) এলাকার যে পরিমাণ বাতাস বক্টন করা হবে তা ওই এলাকার লোডের সমাপ্রাপ্তিক হওয়া উচিত। উপস্থাপন স্বরূপ বলা বাবে-

কোনো একটি অফিস বা হলে বিভিন্ন গ্রান এলাকা আছে যাতে সূর্যের আলো পড়ে, একেই যেখান থেকে পরিমাণ নিয়ন্ত্রিত বাতাস ওই এলাকার সরবরাহ করতে হবে। বাতাসের যাকি অংশটুকু হলের অন্যান্য অংশে সরবরাহ করতে হবে।



২. কক্ষের সরবরাহকৃত বাতাস ও কক্ষের ভেতরের তাপমাত্রার পার্থক্য ৮.৫ সে. বা এর কাছাকাছি হওয়া উচিত যদি তাপমাত্রার পার্থক্য এর চেয়ে বেশি হয় তবে অধিক ঠান্ডাজনিত অ-আরামপ্রদ অবস্থার সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে বাইরের গরম বাতাস কক্ষে প্রবেশের ব্যবস্থা করে কক্ষের বাতাসের সাথে মিশ্রিত হওয়ার মাধ্যমে পূর্বের অ-আরামপ্রদ অবস্থার অবসান করতে হবে।

৩. কন্ডিশন এয়ার কক্ষে প্রবেশকালে ঘিলকে এমনভাবে সেট করা উচিত যাতে কক্ষে অবস্থিত মানুষ তার উর্ধ্বাংশে আরামদায়ক ঠান্ডাজনিত অস্বস্তি বা গরমজনিত অস্বস্তি অনুভব না করে। এজন্য মেঝে থেকে কমপক্ষে দুই মিটার ওপর দিয়ে কন্ডিশন বাতাস ছড়িয়ে দেওয়ার ব্যবস্থা থাকা উচিত। পর্যাপ্ত সজীব বাতাস কক্ষে প্রবেশ করা সত্ত্বেও যদি প্রবেশকালে নিয়ন্ত্রিত বাতাসের বেগ কম থাকে তবে তা গুমোট মনে হয়। আবার বাতাসের বেগ বেশি হলে (১১ মিটার/মিনিট এর ওপরে) তা যদি দীর্ঘ সময় ব্যবহার করা হয় তবে বাতাসের বেগ জনিত অস্বস্তি সৃষ্টি করে।

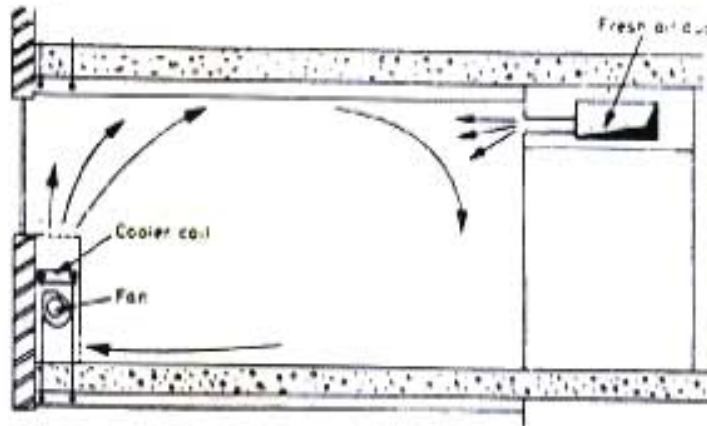
৪. ডাকট এর ভেতর দিয়ে বাতাস প্রবাহিত হওয়ার সময় এবং আউটলেট দিয়ে বের হবার সময় বাতাসের বেগ বেশি থাকলে আপত্তিকর শব্দ সৃষ্টি করতে পারে। অফিস আবাসিক বিল্ডিং, হোটেল, গেস্টরুম ইত্যাদিতে শব্দের মাত্রা থাকা উচিত স্বাভাবিক বা তারও কম-এ ক্ষেত্রে ডাকট এবং আউটলেট বাতাসের বেগ কম রাখতে হয়। ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ারকন্ডিশনিং ডাকট-এর ক্ষেত্রে এবং আউটলেটে বাতাসের বেগ বেশি থাকে, কারণ এক্ষেত্রে উচ্চ মাত্রার শব্দ এ পরিবেশে গ্রহণযোগ্য। যে পরিবেশে শব্দের মাত্রা কম রাখতে হয় সেখানে প্রধান এবং শাখা ডাকট এ অনুমোদিত বাতাসের বেগ ১৯০-২৭০ মিটার/মিনিট এবং সর্বোচ্চ মাত্রা ৩০০ মিটার/মি.। উচ্চ শব্দের পরিবেশে বাতাসের গতিবেগ ৪৫০ থেকে ৫৫০ মিটার/মিনিট এবং উচ্চ শব্দের পরিবেশের কাছাকাছি হতে পারে। নিম্ন শব্দের পরিবেশ আউটলেটে বাতাসের অনুমোদিত বেগ ১০০-১৬০ মিটার/মিনিট এবং উচ্চ শব্দের পরিবেশের মান ২০০ মিটার/মিনিট বা এর কাছাকাছি। শুধু ডাকট-এর ভেতরে এবং আউটলেট বা ঘিলে বাতাসের প্রবাহজনিত শব্দ সীমিত রাখার জন্য বাতাসের ওপরে উল্লিখিত বেগ অনুমোদিত। বাতাস বন্টন ব্যবস্থায় শব্দ উৎপত্তির অন্যান্য উৎসগুলো হলো ফ্যান আউটলেটে বাতাসের বেগ এবং চলন্ত ফ্যান, মোটর ও ড্রাইভ-এ কম্পনজনিত কারণে যান্ত্রিক শব্দ। এ ধরনের শব্দ উৎপত্তি ব্যতিরেকে ডাকট-এ বাতাস সরবরাহের একটি পদ্ধতি হলো ফ্যান আউটলেট থেকে ডাকট-এর কিছু দৈর্ঘ্য পর্যন্ত শব্দ শোষণকারী পদার্থ ব্যবহার করা।

৫। ভ্যার্টিক্যাল ডিসচার্জ আউটলেট থেকে নির্গত বাতাসের প্রবাহ শ্রোত প্রথমে অনুভূমিকভাবে প্রসারিত হয়ে কক্ষে অবস্থানকারী লোকজনের দিকে ছড়িয়ে পড়ে। নির্গত বাতাসের প্রবাহ শ্রোতের অনুভূমিক দূরত্বকে থ্রো বা ব্লো বলা হয়। বাতাস বন্টনের ক্ষেত্রে থ্রো বা ব্লো একটি গুরুত্বপূর্ণ ফ্যাক্টর, ব্লো বা থ্রো নির্ভর করে সাপ্লাই

আউটলেটে বাতাসের বেগ এবং ঘেঁষে ঘেঁষে এর উত্তপ্ততা তপস। আউটলেটে বাতাসের বেগ ও ঘেঁষে ঘেঁষে উত্তপ্ততা বেড়ে গেলে প্রাণী বেড়ে যায়। কম্বিন্ড প্রাণী-এর দুইটি হলো ডিসচার্জ আউটলেট থেকে বিপরীত দিকের পর্দার অনুভূমিক দূরত্বের তিন-চতুর্থাংশ।

৬. যদি কক্ষ খোঁজাভাবে বাতাস প্রবাহিত হয় তবে তা নিচের দিক থেকে তপসের দিকে প্রবাহিত না হয়ে তপসের দিক থেকে নিচের দিকে প্রবাহিত হওয়া উচিত। তপসের দিকে বাতাস প্রবাহিত হলে ড্রাকট সৃষ্টি হয় যা জ-আব্রাম্যান অবস্থার সৃষ্টি করে।

৭. কক্ষের কেন্দ্রে বাতাসের প্রবাহ কক্ষ অবস্থানকল্পীর পেরল বা পাশ থেকে না হয়ে সমুখ থেকে হওয়া উচিত।



৪.৪ ইনডাস্ট্রি়েল সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের বর্ণনা

ইনডাস্ট্রি়েল বা পণ্যোৎপাদন ক্ষেত্রে হিমায়কের সাহায্যে কেন্দ্রীয়ভাবে পানিকে ঠাণ্ডা করে এবং সে ঠাণ্ডা পানির সাহায্যে বাতাসকে ঠাণ্ডা করা হয়। এ পদ্ধতিকে চিল্ড ওয়াটার পদ্ধতি বলা হয়। ৪.১ টিহে একটি পণ্যোৎপাদন ক্ষেত্রে বা চিল্ড ওয়াটার এয়ারকন্ডিশনিং প্রাণী দেখানো হয়েছে। এর কম্প্রেশর ও চিল্ড স্টেট, ওয়াটার স্ক্রু কম্প্রেশরের এক চিলার একই ইউনিটে একটি স্টিল ক্রেসে রেফ্রিজারেশন প্রাণী কক্ষ স্থাপন করা হয়। একে চিলার প্রাকেক্ষেপ বলা হয়ে থাকে। এর রেফ্রিজারেশন কম্প্রেশনস্টেটলো একটি ক্রেসে সরিবেশিত থাকে। রেফ্রিজারেশন পাইপলো, এক্সপানশনভলভ, লিকুইড লাইন, সলিনব্রেক ভলভ এবং লাইন কাটি অফ ভলভ হলো আউটগিট অবস্থার সজ্জিত থাকে। চিলার প্যাকেজের চিলার এবং ওয়াটার স্ক্রু কম্প্রেশর ইউনিটের কুলিং কয়েল হলো চিল্ড ওয়াটার পাইপের সাহায্যে চিল্ড ওয়াটার পাম্পের মাধ্যমে সংযুক্ত থাকে। পাম্প চিলার এবং কুলিং কয়েলের মধ্যে পানি সঞ্চালিত করে। যখন কম্প্রেশর চালু থাকে তখন চিলারে পর্দা পানি প্রবাহ বিচ্ছিন্ন করার জন্য চিল্ড ওয়াটার লাইনে পর্দা পানির সরবরাহ থাকলেই ফ্রো স্লিট কৈশিকিক সলোপ সন্মূর্ণ করে। অন্যথায় সার্কিট খিচিলে থাকে। ওয়াটার স্ক্রু কম্প্রেশরের বিরূপতা ডিভাইস হিসেবে ওয়াটার লাইনে ফ্রো স্লিট সংযুক্ত থাকে। এতে ডাইরেট এক্সপানশন বা ব্রাউজ টাইল চিলার ব্যবহার করা হয়।

৪.৫ ডাইরেক্ট ও ইনডাইরেক্ট পদ্ধতির পার্থক্য

ডাইরেক্ট AC সিস্টেম	ইনডাইরেক্ট AC সিস্টেম
১. ডাইরেক্ট AC সরাসরি বাতাসের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে।	১. ইনডাইরেক্ট AC পরোক্ষভাবে বাতাসের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে।
২. কুলিং কয়েল মূল হিমায়ক (F-22)এর মাধ্যমে সরাসরি পরিস্রুত বাতাসের তাপ গ্রহণ করে বা হিটিং কয়েল সরাসরি বাতাসে তাপ প্রয়োগ করে।	২. কুলিং কয়েল মাধ্যমিক (চিল্ড ওয়াটার এ মাধ্যমে বা পরোক্ষভাবে পরিস্রুত বাতাসের তাপ গ্রহণ করে বা হিটিং কয়েল সরাসরি বাতাসে তাপ প্রয়োগ করে।
৩. ডাইরেক্ট এসিতে একটি মাত্র হিমায়ক (F-22) ব্যবহৃত হয়।	৩. ইনডাইরেক্ট এসিতে মূল হিমায়ক সহ (F-22) আরো একটি মাধ্যমিক হিমায়ক (পানি/মিশ্রণ) ব্যবহৃত হয়।
৪. ডাইরেক্ট এসি একক বা স্ট্রোল উভয় ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।	৪. ইনডাইরেক্ট AC শুধু বহুতল বিশিষ্ট ভবনে স্ট্রোল ইউনিট হিসেবে ব্যবহার করা হয়।
৫. এতে চিলার ব্যবহার প্রয়োজন হয় না।	৫. এতে অবশ্যই চিলার ব্যবহার প্রয়োজন হয়।

প্রশ্নমালা-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের বায়ু প্রবাহ সার্কিট অঙ্কন কর।
২. একটি এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট-এর চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৩. কক্ষে স্থাপন অবস্থায় একটি ফ্যান কয়েল অঙ্কন কর।
৪. ডাইরেস্ট ও ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং-এর মধ্যে ৫টি পার্থক্য লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের যন্ত্রাংশের তালিকা দাও।
২. একটি সহজ ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৩. একটি বহুতল ভবনের এয়ারকন্ডিশনিং ফ্ল্যাট এর চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৪. ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে বাতাস বস্টনে যেসব বিষয়ের ওপর গুরুত্ব দিতে হয় সেগুলোর বর্ণনা দাও।
৫. ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে বাতাস বস্টনে যেসব বিষয়ের ওপর গুরুত্ব দিতে হয় সেগুলোর বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় ও প্রশ্ন গুলোর উত্তর দাও।

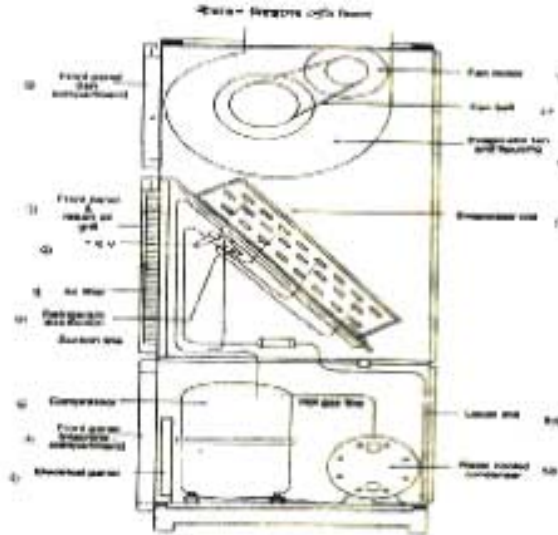
ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম একটি জটিল এয়ারকন্ডিশনিং ব্যবস্থাপনা। এটির ডিজাইন ও স্থাপন করতে বিশেষজ্ঞ লোকের প্রয়োজন হয়। এটি পরিচালনা করতেও দক্ষ লোকের প্রয়োজন হয়। বড় বড় মার্কেট, প্লাজা, হোটেল ইত্যাদিতে ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম ব্যবহৃত হচ্ছে এবং দিন দিন এর ব্যবহার বেড়ে চলেছে।

১. ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং-এর সবচেয়ে বড় সুবিধা কী?
২. ইনডাইরেস্ট এয়ারকন্ডিশনিং-এর সবচেয়ে বড় অসুবিধা কী?
৩. এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট কোথায় ব্যবহৃত হয়?
৪. ফ্যান কয়েল ইউনিট কোথায় ব্যবহৃত হয়।
৫. এক্সপানশন ট্যাংকের কাজ কী?

পবন সয্যার
প্যাকেজ টাইপ এয়াৰকণ্ডিশনাৰ
(Package type air conditioner)

৫.১ প্যাকেজ টাইপ এয়াৰকণ্ডিশনাৰৰ সল্কা:

প্যাকেজ এয়াৰ কণ্ডিশনাৰকে কক্ষ এয়াৰ কণ্ডিশনাৰৰ বৃহদাকার সংকল্পণ কলা বেলে পাৰে। বাজাৰে সৰ্বাধাৰণত ৩, ৫, ৭, ১০, এবং ১৫ টন কাপাসিটিৰ প্যাকেজ ইউনিট পাওয়া যায়। কক্ষ এয়াৰ কণ্ডিশনাৰেৰ ম্যাক প্যাকেজ ইউনিটে ফুলিং ভিউইভিকিউলিৎ এবং এয়াৰ হাউজিং কন্ট্রোলসেট থাকে বা ক্যাবিনেটে সংযোগিত হলে থাকে। প্যাকেজ ইউনিটে মিটিং এবং ইলেকট্রিকালিৎ-এৰ ব্যবস্থাও সংলুক থাকে।



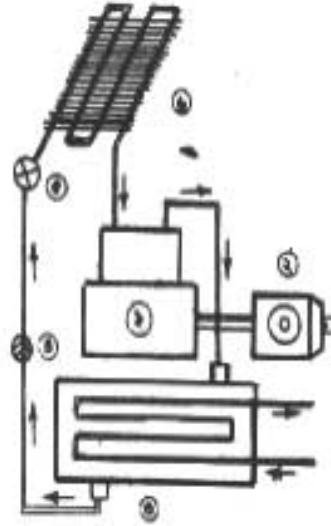
৪. কন্ট্রোল প্যানেল (ক্যাম কম্পারমেন্ট) ৫. কন্ট্রোল প্যানেল মিটিং এয়াৰ ৬. টাইপিং ৭. এয়াৰ ফিল্টার ৮. রেফ্রিজারেট ডিসট্রিকিউশন ৯. কন্ট্রোল ১০. কন্ট্রোল প্যানেল বেলিন কম্পারমেন্ট ১১. ইলেকট্রিক্যাল প্যানেল ১২. ফান মোটর ১৩. ক্যাম কেট ১৪. ইভাপোরেটর ক্যাম অ্যাড হাউজিং ১৫. ইভাপোরেটর কন্ট্রোল ১৬. লিফটাইড লাইন ১৭. ওয়াটার ফুল কন্ট্রোলার।

চিত্র: ৫.১ প্যাকেজ টাইপ এয়াৰকণ্ডিশনাৰ

এ ইউনিটের কন্ট্রোলসেটটি খরচায় কৃত কলে এটি সম্পূর্ণ ক্যাবিনেটে সংযোগ, চার্জ এবং টেস্ট করা যায়। সুতরাং বিদ্যায়ক পাইপিং, ওয়াটার, লিকি টেস্ট, লিফটাইড বায়ুস্রবকরণ, চার্জিং ইত্যাদি কাজগুলো বিতে করার প্রয়োজন পড়ে না। এতে শুধু বিতে সেবার চার্জ হোস করে না এবং সম্পূর্ণ লিফটাইডের পরিচ্ছন্নতা নিশ্চিত করে এবং কন্ট্রোলসেটের কন্ট্রোলসিটি কন্ট্রোল করা যায়।

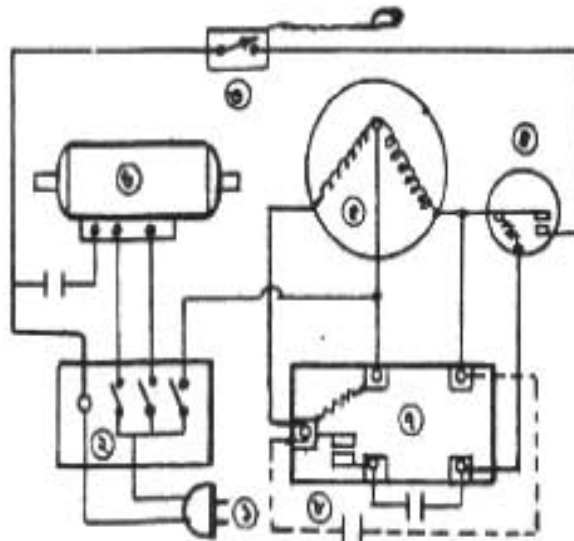
৫.২ প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সংযোগ সার্কিট অঙ্কন:

১. কমপ্রেসর ২. মোটর ৩. কন্ডেনসার ৪. ফিল্টার, ৫. এভাপোরেশন অংশ ৬. ইন্ডোয়্যার্টের



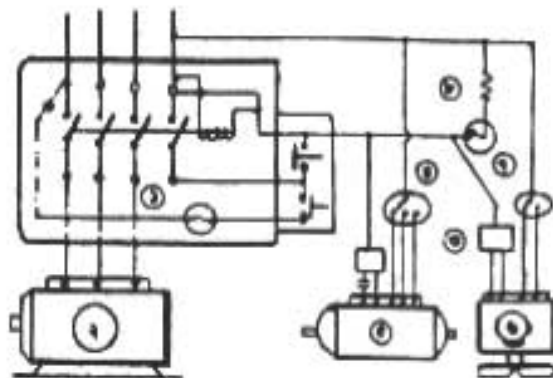
চিত্র: ৫.২ প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের হিয়ারান সার্কিট

৫.৩ প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সার্কিট অঙ্কন:



১. গ্রাউন্ড ২. ফিল্টারিং সুইচ ৩. থার্মিস্ট্যাট ৪. ওভার লোড প্রটেক্টর ৫. কমপ্রেসর মোটর ৬. ফ্যান মোটর

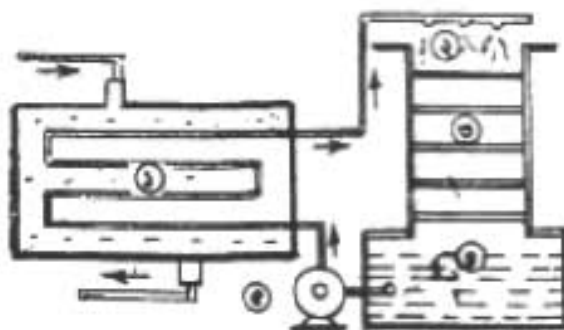
চিত্র: ৫.৩ প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সার্কিট (সিঙ্গেল ফেজ)



১. স্টার্টার ২. কম্প্রেশর মোটর ৩. রিলে ৪. ফিউজ ৫. সিলেক্টর সুইচ ৬. মোটর মোটর ৭. হিটর সুইচ ৮. হিটর

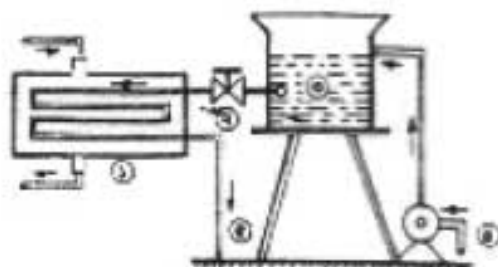
চিত্র: ৫.৪ পটাকের টাইপ এরায়কতিশনির বৈদ্যুতিক সার্কিট (দ্রি বৈদ্য)

৫.৪ পটাকের টাইপ এরায়কতিশনির পানির সার্কিট অঙ্কন:



৫. কম্প্রেশর ২. পানির বর্ষা ৩. ফ্লিট ট্যাঙ্ক ৪. ব্রোডা পানির-ট্যাঙ্ক ৫. পানির পাম্প

চিত্র: ৫.৫ ফ্লিট ট্যাঙ্ক ব্যবস্থার পানির সার্কিট



৬. কম্প্রেশর ২. সেট ফ্লিট ৩. ব্রোডা ট্যাঙ্ক ৪. পানির-পাম্প ৫. পানির সার্কিট

চিত্র: ৫.৬ ফ্লিট ট্যাঙ্ক ব্যবস্থার পানির সার্কিট

৫.৫ প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের কার্যপদ্ধতি:

প্যাকেজ শব্দের অর্থ সীমিত বা অল্প পরিসর বিশিষ্ট কেসিং। সীমিত ও নির্দিষ্ট কেসিং কেবিনেটের মধ্যে এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের সকল অংশ ও উপাংশ সংযুক্ত ইউনিটের নাম প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার। অর্থাৎ যে এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের সকল অংশ ও উপাংশসমূহ সীমিত আয়তনের একটি মাত্র কেসিং বা রেফ্রিজারেটর বা স্টিলের আলমারির মতো এবং ঘরের মেঝের উপর সুবিধামতো স্থানে স্থাপন/বসানো হয়। তাই এ ধরনের এসিতে বাষ্পীয় হিমায়ক ঘনীভবন ত্বরান্বিতকরণের জন্য ওয়াটার কুল্ড কনডেনসার ব্যবহার করা হয়। কন্ডেনসারে পানিপ্ৰবাহ ঘটানোর পর ওভারহেড পানির ট্যাংক বা কুলিং টাওয়ার এবং পানির পাম্পের প্রয়োজন হয়। কনডেনসারের গরম পানি বাইরে কুলিং টাওয়ারে ঠান্ডা হয় এবং তা পাম্পের মাধ্যমে পুনরায় কনডেনসারে প্রেরণ করা হয় অথবা ওভারহেড পানির ট্যাংক হতে পানি সরবরাহ করে কনডেনসারে ঠান্ডা করা হয়। বাতাস প্রবাহের ব্লোয়ার এবং বাতাস পরিশুদ্ধ করার জন্য এয়ার ফিল্টার ব্যবহৃত হয়। কক্ষের বাতাস ঠান্ডা বা গরম করার জন্য কুলিং কয়েল ইভাপোরেটর বা হিটার মুখ্য ভূমিকা পালন করে থাকে।

ইউনিট চালু করলে কনডেনসিং ইউনিট ও কুলিং কয়েল (ইভাপোরেটর) এর সময়ে হিমায়ন পদ্ধতির মাধ্যমে কুলিং চেম্বার ঠান্ডা হয়। ব্লোয়ার কর্তৃক কক্ষের গরম ও দূষিত বাতাস ইনলেট খিল দিয়ে কুলিং কয়েল (ইভাপোরেটর) এর সংস্পর্শে শীতল হয়ে উপরের দিকে প্লেনাম চেম্বারে যায়। অতঃপর রিটার্ন খিল/ প্লেনাম এর মাধ্যমে পুনরায় কক্ষে প্রবেশ করে। এভাবে ইউনিট চলাকালীন সময় হিমায়ন ও বায়ুপ্রবাহের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত কক্ষ ঠান্ডা ও আরামদায়ক হয়।

৫.৬ প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহ:

প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার সাধারণত নিম্নবর্ণিত ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

১. বাণিজ্যিক অফিস কক্ষ
২. ব্যাংক
৩. হোটেল
৪. মডার্ন রেস্টুরেন্ট
৫. রিসিপশন রুম
৬. দূতাবাস
৭. ডিপার্টমেন্টাল স্টোর
৮. মসজিদ বা উপাসনালয়
৯. কন্ট্রোল রুম প্রভৃতি

প্রশ্নমালা-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনিং বলতে কী বোঝায়?
২. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের সিঙ্গেল ফেজ বৈদ্যুতিক সার্কিট অঙ্কন কর।
৩. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের থ্রিফেজ বৈদ্যুতিক সার্কিট অঙ্কন কর।
৪. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেশন সাইকেল অঙ্কন কর।
৫. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে ব্যবহৃত ওভারহেড পানির ট্যাংক সার্কিট অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৬. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহৃত কুলিং টাওয়ারের পানির সার্কিট অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৭. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ করা।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
২. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় ও প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার রুম এয়ারকন্ডিশনারের বৃহদাকার সংস্করণ। এটি দেখতে স্টিলের আলমারির মতো। এটি সাধারণত ওয়াটার কুল্ড হয়ে থাকে।

১. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার ও রুম এয়ারকন্ডিশনারের মধ্যে পার্থক্য কী?
২. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ওয়াটার কুল্ড হলে কী সুবিধা পাওয়া যায়?
৩. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের থ্রি ফেজ কম্প্রেসর মোটর ব্যবহার করা হয় কখন?
৪. প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের সিঙ্গেল ফেজ কম্প্রেসর ব্যবহার করা হয় কখন?
৫. সিঙ্গেল ফেজ ও থ্রি ফেজের মধ্যে বিদ্যুৎ খরচ কোনটিতে বেশি?

ষষ্ঠ অধ্যায়

অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি

(Absorption Refrigeration system)

৬.১ অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির সংজ্ঞা :

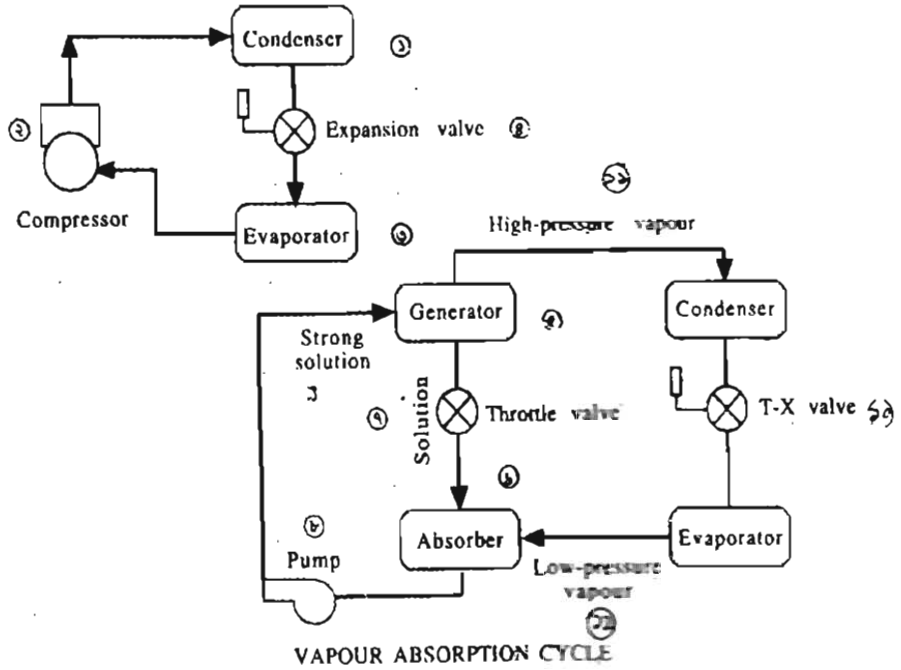
Absorption শব্দের অর্থ শোষণ। যে প্রক্রিয়ায় শোষণ করা হয় তাকেই বোঝায়। অ্যাবজর্পশন নীতি হিমায়ন পদ্ধতিতে ব্যবহার করা যায়। এ পদ্ধতিতে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে অন্য শোষণকারী পদার্থ দ্বারা শোষিত হয় তাই এর অপর নাম হলো শোষণ বা রাসায়নিক হিমায়ন পদ্ধতি। এতে তাপশক্তির প্রয়োজন। প্রধানত তাপশক্তিকে কাজে লাগিয়ে হিমায়ককে সক্রিয় করা হয়। তাপশক্তির উৎস হিসেবে প্রাকৃতিক গ্যাস LPG (Lipufified Petroleum Gas)।

কেরোসিন, বিদ্যুৎ প্রভৃতি ব্যবহার করা হয়। যে পদ্ধতিতে তাপশক্তি প্রয়োগ করে হিমায়ককে গতিশীল করে তাপ শোষণের ব্যবস্থা করা হয় তাকে অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেম বলে। এটি যান্ত্রিক বা অন্যান্য হিমায়ন পদ্ধতি থেকে আলাদা।

বাপ্প সংকোচন ও বাপ্প শোষণ পদ্ধতির মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য (Distriguish between vapour compression and vapour absorption sustem)

বাপ্প সংকোচন পদ্ধতি	বাপ্প শোষণ পদ্ধতি
১. সাইকেল চালনা করার জন্য বিদ্যুৎ ও যান্ত্রিক শক্তি ব্যবহৃত হয়।	১. সাইকেল চালনা করার জন্য তাপ শক্তিকে কাজে লাগানো হয়।
১. কমপ্রেসর থাকে	২. কমপ্রেসর থাকে না। পরিবর্তে অ্যাবজরবার ও জেনারেটর থাকে।
২. পৃথক এক্সপানশন ডিভাইস থাকে।	৩. পৃথক এক্সপানশন ভালভ নাও থাকতে পারে।
৩. বিদ্যুৎ ছাড়া চালনা করা ব্যয়বহুল।	৪. বিদ্যুৎ ছাড়াও চালনা করা যায়।
৪. ঘূর্ণায়মান অংশ আছে।	৫. ঘূর্ণায়মান অংশ না থাকলেও তুলনামূলক অনেক কম।
৫. ঘূর্ণনজনিত কারণে শব্দ হয়।	৬. কোনরূপ শব্দ হয় না।
৬. অপেক্ষাকৃত গোলযোগ বেশি।	৭. অপেক্ষাকৃত গোলযোগ কম।
৭. অধিক রক্ষণাবেক্ষণ দরকার হয়।	৮. রক্ষণাবেক্ষণ কম দরকার হয়।
৮. COP বেশি।	৯. COP কম।
৯. অধিক খরচ।	১০. কম খরচ।

৬.২ অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির নকশা



চিত্র: ৬.১ অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির নকশা

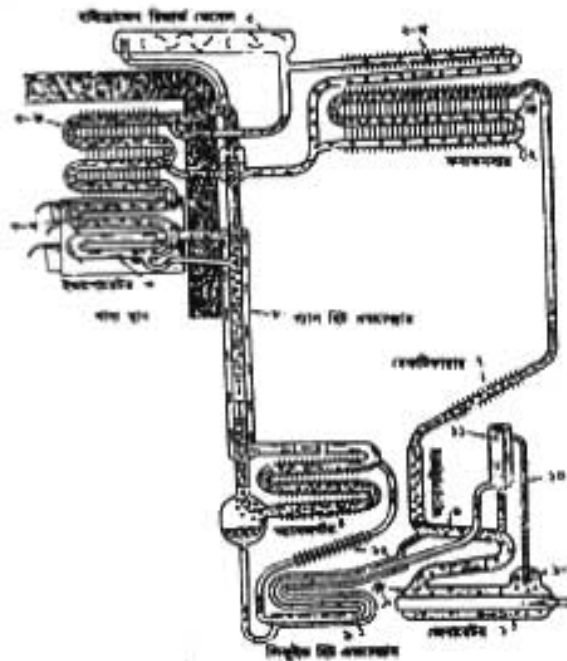
৬.৩ অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রয়োজনীয় যন্ত্রাংশের তালিকা

১. কনডেনসার
২. কমপ্রেসর
৩. ইভাপারেটর
৪. এক্সপানশন ভালভ
৫. জেনারেটর
৬. থ্রটল ভালভ
৭. গলিউশন
৮. পাম্প
৯. অ্যাবজর্বার
১০. টি. এক্স ভালভ
১১. হাইপ্রেসার ভালভ
১২. লো-প্রেসার ভেপার

বর্ণনা:

লিকুইড আবজর্পন পদ্ধতিতে কতিপয় বৈশিষ্ট্য পরিলক্ষিত হয়। সাধারণ তাপমাত্রা ৩ চাপে পানি বিশুল পরিমাণ অ্যামোনিয়া শোষণ করতে সক্ষম। পানি ৩ অ্যামোনিয়া দ্রবণ থেকে তাপ গ্রহণ করে সহজেই অ্যামোনিয়া পৃথক করা যায়। এছাড়া তরল অ্যামোনিয়া বাষ্পীভূত হওয়ার সময় বিশুল পরিমাণ তাপ শোষণ করে।

লিকুইড আবজর্পন পদ্ধতিতে পরিচালিত আবাসিক গৃহে ব্যবহার উপযোগী সার্ক্যাল শিল্প গোষ্ঠী কর্তৃক নির্মিত রেফ্রিজারেটরের আবর্তন চক্রের নকশা ৬.২ চিত্রে দেখানো হয়েছে। এতে কোনো ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশ বা সরবরাহকারী ভালত নেই। এতে অ্যামোনিয়াকে হিমায়ক এবং পানির শোষক রূপে ব্যবহার করা হয়েছে। অ্যামোনিয়ার সুদৃঢ় আংশিক বাষ্পচাপ সৃষ্টির জন্য অ্যামোনিয়ার সাথে হাইড্রোজেন ব্যবহার করা হয়েছে। যাতে নিম্নচাপে অ্যামোনিয়া বাষ্পীভূত হতে পারে।



চিত্র ৬.২ সার্ক্যাল আবজর্পন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র

৬.৩ কার্যক্রমপন্থার বর্ণনা:

৬.২ চিত্রে বর্ণিতের মাধ্যমে বর্ণন রেফ্রারেটর এর অভ্যন্তরে তাপ গ্রহণ করা হয় তরল দ্রবণ থেকে অ্যামোনিয়া বাষ্পীভবন পৃথক হয়ে যায় ১(খ) চিত্রিত অংশ পর্যন্ত বাষ্প (১০) চিত্রিত পায়কোলেন্টের নল বেয়ে বিকিরিত দ্রবণসহ (১১) চিত্রিত সেন্সারোটরের উপরিক্রমে যায়। অধিকরণে দ্রবণ সেন্সারোটরের শিল্প ভাগে বিকিরিত পড়ে এবং লিকুইড হিট এক্সচেঞ্জারের তেতর দিয়ে (৪) চিত্রিত আবজর্পকারে প্রবাহিত হয়। ইতোমধ্যে পরম ফলক অ্যামোনিয়া বাষ্প (১১) চিত্রিত নলের উপরের অংশ দিয়ে প্রবেশ করে। পরে তা মধ্যভাগের নল বেয়ে (৬) চিত্রিত অ্যালানাইজারে আসে। এ অংশে অলীকবাষ্প পৃথক হয় এবং অ্যামোনিয়া বাষ্প (৭) চিত্রিত রেফ্রিটারার এ যায়, রেফ্রিটারার নলের তেতরে কয়েক খণ্ড অবরোধ পাচ কসানো আছে। অ্যামোনিয়া বাষ্প সাদাভাঙ্গম

জলীয়বাষ্প মিশ্রিত থাকলেও তা এ অংশে সম্পূর্ণ পৃথক হয়ে যায়। পরে বিগুদ্র অ্যামোনিয়া গ্যাস (২ক) চিহ্নিত কনডেনসারের মধ্যে যায়।

তাপশক্তি অ্যামোনিয়া গ্যাসকে এই পর্যন্ত পৌঁছিয়ে দিয়ে তার কাজ সমাধান করে। প্রবাহ চক্রের বাকি পথটুকু প্রবাহের জন্য মাধ্যাকর্ষণ শক্তি কাজ করে ২(ক) ও ২ (খ) চিহ্নিত কনডেনসারে পর্যায়ক্রমে বিশুদ্ধ অ্যামোনিয়া গ্যাস তরল হয়ে ইউ টিউবের মধ্যে জমা হয়। এ অংশে নির্ধারিত উচ্চতায় পৌঁছিয়ে তরল অ্যামোনিয়া উপচে মাধ্যাকর্ষণ শক্তিতে ইভাপোরেটর (৩ক) এবং (৩খ) তে প্রবাহিত হয় এবং কুলিং কয়েলের অভ্যন্তরভাগের নিম্নাংশ দিয়ে নিচের দিকে নামতে থাকে। ইভাপোরেটর কয়েলে হাইড্রোজেন সরবরাহ থাকায় তা আংশিক চাপের সৃষ্টি করে। ফলে তরল হিমায়কের সময় অ্যামোনিয়া কুলিং কয়েল থেকে বিপুল পারমাণ তাপ শোষণ করে হাইড্রোজেনের সঙ্গে মিশ্রিত হয়। এ মিশ্রিত ভারী বাষ্প (৮) চিহ্নিত গ্যাস হিট এক্সচেইনজারের মধ্যকার নল বেয়ে নিচের দিকে (৪) চিহ্নিত অ্যাবজর্বারে প্রবাহিত হয়। এই মিশ্রিত ঠান্ডা গ্যাস নিচে নামার সময় বহির্ভাগের নল বেয়ে উর্ধ্বমুখী হাইড্রোজেনকে শীতল করে।

ইতোমধ্যে অ্যামোনিয়ার পানির তরল দ্রবণ সেপারেটর (১১) থেকে হিট এক্সচেইনজার (৯) এর মধ্যে দিয়ে অ্যাবজর্বার (৪) এ প্রবাহিত হয়। এই অংশে তা গ্যাস হিট এক্সচেইনজারের মাধ্যমে ইভাপোরেটর থেকে আগত হাইড্রোজেন এবং অ্যামোনিয়া গ্যাসের সাথে মিলিত হয়। অ্যাবজর্বারের তরল দ্রবণ অ্যামোনিয়া বাষ্পকে শোষণ করে। হাইড্রোজেন পানিতে দ্রবীভূত হয় না বলে তা অবমুক্ত হয়ে পড়ে। হাইড্রোজেন খুব হালকা গ্যাস, সুতরাং তা অ্যাবজর্বারের উপরের দিকে উঠে এবং গ্যাস হিট এক্সচেইনজার (৮) এর মধ্য দিয়ে কুলিং কয়েলে ফিরে আসে। অ্যাবজর্বারে ফিনস আছে, তা পারিপার্শ্বিক আবহাওয়াতে ঠান্ডা থাকে। অ্যাবজর্বার ঠান্ডা থাকলে দ্রবণের অ্যামোনিয়া গ্যাস শোষণ করার শক্তি বৃদ্ধি পায়। পাতলা দ্রবণ অ্যামোনিয়া শোষণ করে আরও ঘন দ্রবণে পরিণত হয় এবং অ্যাবজর্বার (৪) এর নিম্নভাগে থিতিয়ে পড়তে থাকে। এভাবে তা আরও নিম্নবিমুখে (৬) চিহ্নিত লিকুইড এক্সচেইনজার ও অ্যানালাইজারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে জেনারেটরে প্রত্যাবর্তন করে। লিকুইড হিট এক্সচেইনজারের মধ্য দিয়ে প্রত্যাবর্তন করার সময় ওই ঘন দ্রবণ ঈষৎ গরম হয়।

এভাবে পদ্ধতির প্রবাহ চক্র পুনরায় শুরু হয় রেকটিফায়ার (৭) জেনারেটর থেকে সম্বিষ্ট অ্যামোনিয়া বাষ্পের সাথে মিশ্রিত জলীয় বাষ্পকে পৃথক ও ঘনীভূত করে অ্যানালাইজারে ফেরত পাঠায়। সম্পূর্ণ যন্ত্রটি ওয়েল্ডিং করে সংযোজিত এর কোনো অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত অথবা অনিয়ন্ত্রিত হওয়ার সুযোগ নেই সর্বমোট চাপে আবর্তন চক্র কাজ করে। এর নির্মাণ খুব মজবুত থাকায় দীর্ঘদিন স্থায়ী হয়। জ্বালানি হিসাবে কেরোসিন, খনিজ গ্যাস ও বিদ্যুৎ ব্যবহৃত হয়। সাধারণত একটি ১৪০ লিটার অ্যাবজর্পশন হিমায়ন যন্ত্রে ৫০০ গ্রাম অ্যামোনিয়া, ১১৮০ গ্রাম পানি এবং ১৩.৬ গ্রাম হাইড্রোজেন ব্যবহৃত হয়।

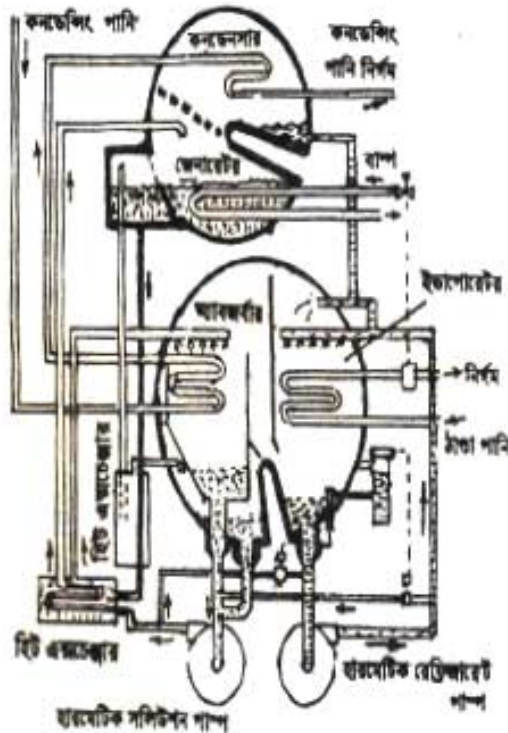
হাইড্রোজেনের ভূমিকা:

সর্বমোট প্রায় চাপে অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির রেফ্রিজারেটর চার্জ করা থাকে। এ চাপের সঙ্গে সম্বন্ধযুক্ত প্রায় ৩৭.৭ সম্পৃক্ত উষ্ণতায় কনডেনসারে অ্যামোনিয়া তরলীভূত হয়ে অভিকর্ষের ফলে ইভাপোরেটরে প্রবাহিত হয়। ওই তরল অ্যামোনিয়া ইভাপোরেটরের অভ্যন্তরে পায় চাপ বিশিষ্ট হাইড্রোজেন গ্যাসের সাথে মিলিত হয়। ফলে তার আংশিক চাপ কমে প্রায় শেষ হয়ে যায়। (ডালটন এর সূত্রের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত)। অ্যামোনিয়া বাষ্পের ওই আংশিক চাপের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত সম্পৃক্ত উষ্ণতা পায়। ইভাপোরেটর অঞ্চল উক্ত সম্পৃক্ত উষ্ণতা থেকে অনেক উর্ধ্ব থাকার ফলে হিমায়ক দ্রুত বাষ্পীভূত হয় এবং সন্তোষজনকভাবে হিমায়ন প্রক্রিয়া চলতে থাকে।

তরটার শিখিরায় প্রোমাইড পদ্ধতির শীতল চক্র:

তরটার শিখিরায় প্রোমাইড পদ্ধতিতে দুই শেলবিশিষ্ট হারমেটিক আবজর্পন সিকুইন্স ডিশারে শীতলীকরণের জন্য তাপশক্তি ব্যবহৃত হয়। এর ফিরের শেলটি দুই ভাগে বিভক্ত। একটি আবজর্পার অংশ এবং অপরটি ইভাপোরেটর অংশ। উপরিতাগে শেলটি জেনারেটর ও কন্ডেনসার অংশ সমন্বয়ে গঠিত। আবজর্পন পদ্ধতি একটি সাধারণ সহজ সূত্রের উপর কাজ করে অত্যন্ত দক্ষতার সঙ্গে এ সূত্র বাতবে প্রয়োগ করেছে। ইভাপোরেটর অংশে হিমায়ক থাকে। এ পদ্ধতিতে পানিকে হিমায়ক রূপে ব্যবহার করা হয়েছে। ইভাপোরেটর কন্ডেনসার ভেতর দিয়ে শীতলতাপনিরস্রবের জন্য শীতল পানি আবর্তিত হয়। শীতলীকরণ কাজে ব্যবহৃত পানির তাপ গ্রহণ করে নিম্নতর তাপমাত্রা ও তাপে হিমায়ক বাষ্পীভূত হয় এবং তাই আবর্তিত পানি শীতল হয়। আবজর্পারে তরল হয়। দ্রবণ থেকে হিমায়ক পৃথক করার জন্য তাকে পাশ করে জেনারেটরে নিয়ে যাওয়া হয়। সিম্ব এ হিমায়ক বাষ্প দুই শিখিরায় প্রোমাইডের দ্রবণ প্রদর্শিত পথে আবজর্পার অংশে প্রবাহিত হলে তা লেবাসে তাপ ঘুরিয়ে বনীভূত হয়। এ বনীভূত পানিই হিমায়ক।

এ হিমায়ক প্রদর্শিত পথে পুনঃব্যবহারের জন্য ইভাপোরেটরে ফিরে আসে। হারমেটিক রেফ্রিজারেট পাশ্প দ্রুত হিমায়ক অপসারণের কাজে ব্যবহৃত হয়। আবজর্পার অংশে কন্ডেনসার কুল্লী দ্রবণকে শীতল রাখে। এতে দুটি ফিট এক্সচেইনজারে ব্যবহার করে শীতলীকরণ প্রক্রিয়াকে আরও ক্রমবর্ধমান করা হয়েছে।



চিত্র: ৬.৩ তরটার শিখিরায় প্রোমাইড পদ্ধতির শীতল চক্র

৬.৫ আবজর্পন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি:



চিত্র: ৬.৪ সারভ্যাল আবজর্পন পদ্ধতি প্রবাহ চিত্র

আবজর্পন হিমায়ন পদ্ধতির সমন্বয়ে গঠিত রেফ্রিজারেটরে রাসায়নিক ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। চিত্র ৬.৪ অনুসারে ক্রমান্বয়ে তরল পদার্থ সাইফন টিউবের ডান পাশে জমা হতে থাকে। প্রতি ১৫ থেকে ২৪ ঘণ্টা পর পর সাইফন টিউব উপচিয়ে পড়ে ও গ্যাস ইভাপোরেটরে গমন করে।

ফলে ডি-ফ্রস্টিং হয়। বাইরের টিউবে যথেষ্ট তরল জমা হয়ে ইভাপোরেটরগামী টিউব বন্ধ হয়ে ডি-ফ্রস্টিং প্রক্রিয়াও বন্ধ হয়ে যায়।

প্রশ্নমালা-৬

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতি বলতে কী বোঝায়?
২. ভেপার কম্প্রেশন ও ভেপার অ্যাবজর্পশনপদ্ধতির তুলনামূলক পার্থক্য দেখাও।
৩. ভেপার কম্প্রেশন ও ভেপার অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সাইকেল একে এদের মধ্যে পার্থক্য দেখাও।
৪. সারভ্যাল লিকুইড অ্যাবজর্পশন সিস্টেমে হাইড্রোজেনের ভূমিকা লেখ।
৫. অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি লিখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. সারভ্যাল লিকুইড অ্যাবজর্পশন সিস্টেমের প্রবাহচিত্র অঙ্কন কর।
২. সারভ্যাল লিকুইড অ্যাবজর্পশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩. লিথিয়াম ব্রোমাইড অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির চিত্র অঙ্কন কর।
৪. লিথিয়াম ব্রোমাইড অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় ও প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

অ্যাবজর্পশন পদ্ধতি যদিও সকল স্থানে ব্যবহার করা যায় না কিন্তু এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে এর ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। কারণ এটি পরিবেশবান্ধব পদ্ধতি। তাছাড়া বাংলাদেশের প্রেক্ষাপটে এটি একটি উপযোগী পদ্ধতি।

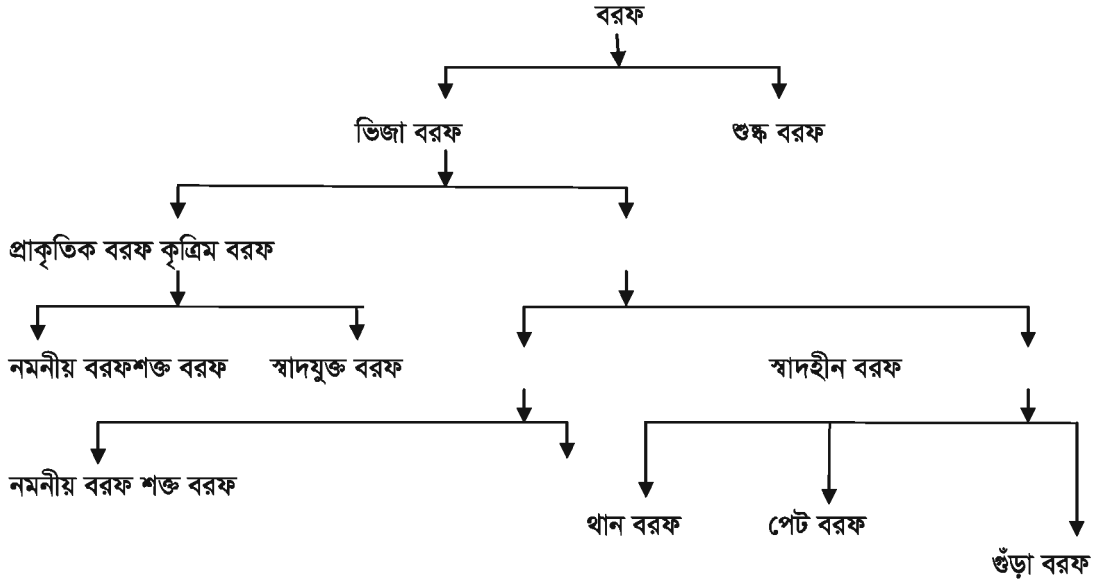
১. অ্যাবজর্পশন পদ্ধতি সকল স্থানে ব্যবহার করা যায় না কেন?
২. এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে যে পদ্ধতি ব্যবহার হচ্ছে তার নাম কী?
৩. এটিকে পরিবেশবান্ধব পদ্ধতি বলা হয় কেন?
৪. লিথিয়াম ব্রোমাইড কী জাতীয় পদার্থ?
৫. বাংলাদেশের প্রেক্ষাপটে লিথিয়াম ব্রোমাইড অ্যাবজর্পশন চিলারকে উপযোগী বলা হয়েছে কেন?

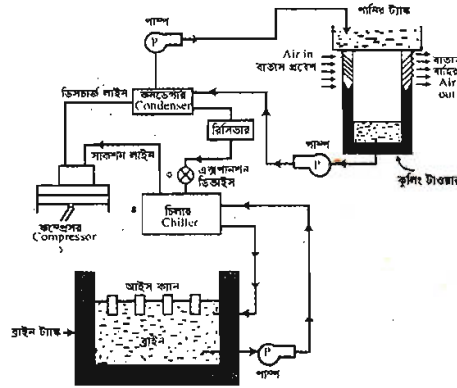
অধ্যায় ৭ আইস প্লান্ট Ice Plant

৭.১ বরফের প্রয়োজনীয়তা

পানির অপর নাম জীবন। আবার বরফ পানির একটি রূপান্তরিত অবস্থা। তাই পানির মতো বরফের প্রয়োজনীয়তা অসীম। উল্লেখ্য, সর্বপ্রথম চীন দেশের লোকেরা জানতে পারে বরফ ব্যবহারে পানীয় (Drink) দ্রব্যের স্বাদ অনেক গুণ বৃদ্ধি পায়। তখন থেকেই বরফের ব্যবহার শুরু হয়। বর্তমানে আবাসিক ও বাণিজ্যিক ক্ষেত্রে বাসাবাড়ি, হোটেল, রেস্টুরেন্ট, ক্যাফেটেরিয়া, বার প্রভৃতিতে মেহমান ও ক্রেতাগণকে সহজে আকৃষ্ট করার জন্য বরফ (কিউব আইস বা গুঁড়া আইস) ব্যবহার করা হয়। কারণ বরফ মিশ্রিত ঠান্ডা পানীয় দ্রব্য যেমন, শরবত, জুস, বিয়ার, কোমল পানীয় প্রভৃতি তৃপ্তিদায়ক হয়। তদুপরি দ্রুত পচনশীল খাদ্যসামগ্রী মাছ, মাংস, বাটার প্রভৃতির পচন রোধকল্পে ও সংরক্ষণের জন্য বরফের বিকল্প নেই। বরফ দিয়ে মাছ, মাংস দূরবর্তী স্থানে স্থানান্তর এবং সাময়িকভাবে সংরক্ষণ করা যায়। রোগীর প্রাথমিক চিকিৎসার জন্যও বরফ প্রয়োজন হয়। এবং ড্রাই আইস (Dry Ice) মূল্যবান ঔষধপত্র সংরক্ষণ ও অন্যত্র সরবরাহের জন্য ব্যবহৃত হয়। সুতরাং আমাদের দৈনন্দিন অনেক কাজেই বরফের অবদান যথেষ্ট, তাই বরফের ব্যবহার ও প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

৭.২ বরফের প্রকারভেদ



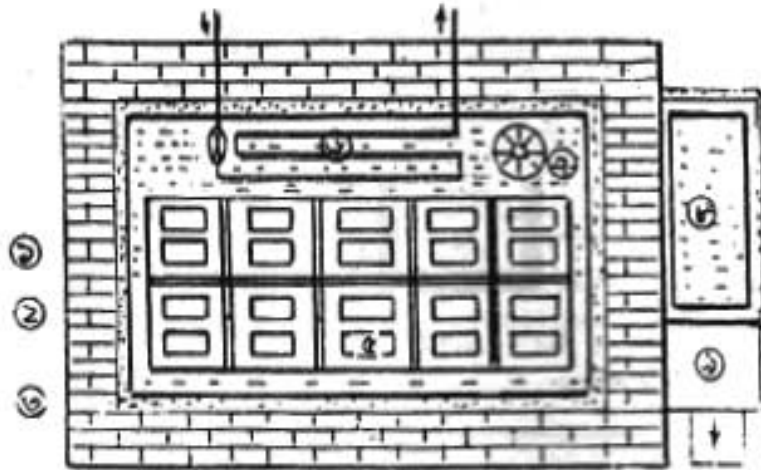


চিত্র: ৭.২ আইস প্ল্যান্টের ফ্লো ডায়াগ্রাম

৭.৫ আইস প্ল্যান্টের যন্ত্রাংশের তালিকা:

নাম	ধরন
১. কমপ্রেসর (Compressor)	সাধারণত NH_3 ব্যবহৃত ওপেন টাইপ ওয়াটার কুল্ড
২. অয়েল সেপারেটর (Oil Separator)	হস্তচালিত (Manual operated) ভালভযুক্ত রিটার্ন লাইন সংবলিত।
৩. কন্ডেনসার (Condenser)	ওয়াটার কুল্ড বা ইভাপারেটর
৪. রিসিভার (Receiver)	নিরাপত্তামূলক পার্জারযুক্ত।
৫. রেফ্রিজারেন্ট এক্সপানশন ভলভাইস	সলিনয়েড ভালভ, হাই/লো ফ্লোট ভালভ, থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ।
৬. ইভাপারেট (Evaporator)	বেয়ার টিউব ধরনের (Manual operated)
৭. অ্যাকুমুলেটর	হিট এক্সচেঞ্জার টাইপ
৮. ব্রাইন এজিটেটর	400 volt এবং 2.5 Hp
৯. পাম্প (pump)	পানি ও ব্রাইন সরবরাহের জন্য বিভিন্ন ক্ষমতাসম্পন্ন
১০. ক্রেন (Crane)	বরফ উত্তোলনক্ষম ওভারহেড রেল ধরনের
১১. ব্রাইন ট্যাংক (Brine Tank)	ইনসুলেশন যুক্ত, এতে ব্রাইন ও আইস ক্যান থাকে।
১২. আইস ক্যান (Thow tank)	১৮০ কেজি, ১৪৫, ৫৭, ২৯ সে.মি. (আদর্শ মাপ)
১৩. থ, ট্যাংক	আইস ক্যান থেকে বরফ মুক্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়। ক্যানসহ বরফ প্রথমে এতে ডুবানো হয়। বরফ হতে ক্যান পৃথক হলে বরফ অন্যত্র নিয়ে যাওয়া যায়।
১৪. ক্যান ফিলিং ট্যাংক (Cane filling tank)	আইস ক্যানে পানি পূরণের সংরক্ষণাগার বা ট্যাংক
১৫. আইস স্টোর (Ice Store)	বরফ সংরক্ষণক্ষম নিয়ন্ত্রিত কক্ষ। তাপমাত্রা বিরাজমান।

৭.৬ অহিন ট্যাংক

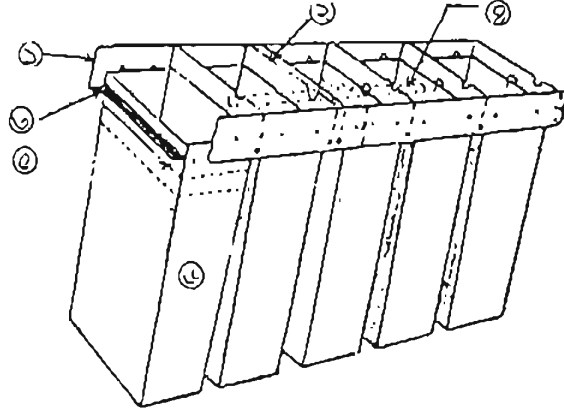


১. ইন্টের সেয়াল ২. ইনসুলেশন ৩. স্টোপ ট্যাংক ৪. কার্টের পাটাকন ৫. অহিন ক্যান ৬. কুলিং কয়েল
৭. এলিমেটর ৮. ও ট্যাংক ৯. প্রটেকশন।

চিত্র: ৭.৬ অহিন ট্যাংক

বহুতর কলে সে ট্যাংকের মধ্যে ব্রহ্ম (সেয়াল ও পানি) ও অহিন ক্যান রাখা হয়, তাকে অহিন ট্যাংক বা ব্রহ্ম ট্যাংক বা ব্রহ্ম ট্যাংক বলে। এই ট্যাংকের ব্রহ্ম বিদ্যায় এলিমেন্ট কুলিং কয়েল (ইলেক্ট্রোইন্ডাক্টর ১ মিটার দৈর্ঘ্যের তাপমাত্রা (-১২ সে.) ঠাণ্ডা করা হয়। উল্লেখ্য, ৫ হতে ১০ টন ক্ষমতাসম্পন্ন বহুতর কলে ব্রহ্ম ট্যাংকের একপাশে এবং অধিক ক্ষমতা সম্পন্ন গ্রাউন্ড এর মাঝখানে কুলিং কয়েল থাকে। অহিন ট্যাংক সাধারণত ৬ মি.মি. (১/৪) পুরু শিট স্টোপল ছত্র তৈরি আরতাকার পাঠ। যার মধ্যে ব্রহ্ম এবং ব্রহ্মের মধ্যে অহিন ক্যান স্থাপন থাকে। স্টোপল শিটে ব্রহ্ম নিয়ন্ত্রণক ২২ দেওয়া হয়। ট্যাংকের বহির্ভাগে দিকে চারপাশে বিদ্যুতের লাইনের ১৫ সে. মি. (৬) পুরু ইনসুলেশন (কর্কসিট, কার্টের ছত্র, ধার্মিকতা, সাধারণ গ্রাউন্ড, ব্রহ্ম এবং পানি ইলিমেন্ট কোয়) ব্যবহার করে ২৫ সে.মি. (১০) ইন্টের সেয়াল দিতে হয়। অহিন ক্যান বসানোর জন্য কার্টের জেল ব্যবহার করা হয়। উল্লেখ্য, ৫৫, ২৭, ১২০, সে.মি. (২২, ১১, ৪৭) আদর্শ মাপের ১০০ থেকে ১০৫ ফেজ পানি পরিবহন ৪০ টি অহিন ক্যান একটি অহিন ট্যাংকে রাখা যায়। পানি কত দ্রুত বহুতর তাপমাত্রিক হতে পারে তা মূলত পানি বহুতর পুরুত্ব, ব্রহ্মের তাপমাত্রা এবং ব্রহ্ম লাইনসমূহের উপর নির্ভরশীল। সাধারণত পানি ২৪ ঘণ্টা অভ্যন্তরীণ লাইনের প্রয়োজন হয়।

৭.৭ আইস ক্যান



চিত্র ৭.৮ আইস ক্যান

বরফ কলে যে ক্যানে (পাত্র) পানি বরফে রূপান্তরিত হয় তাকে আইস ক্যান বলে। সাধারণত আইস ক্যান ১৪ থেকে ১৬ কেজি জিআই শিট দ্বারা তৈরি করা হয়। বরফসহ ক্যান আইস ট্যাংকে হতে ওপরে ওঠানোর জন্য এর উপরিভাগে ৬ মি.মি. পুরু এবং ২.৫ হতে ৩.৮ সে.মি. চওড়া ফ্ল্যাট বার যুক্ত থাকে। মাছ সংরক্ষণের জন্য খান বরফ তৈরি করতে সাধারণত ১৩০ থেকে ১৩৫ কেজি পানি ধারণক্ষমতা আইস ক্যান ব্যবহার করা হয়। আইস ক্যানের ৯০% অংশ পানি দ্বারা পূর্ণ করে ব্রাইন ট্যাংকে ডুবানো হয়। বিভিন্ন সাইজের বা মাপের আইস ক্যান ব্যবহৃত হয় তবে আমাদের দেশে দুই ধরনের বা সাইজের ক্যান বেশি ব্যবহৃত হয়।

৭.৮ ব্রাইন ওয়াটার

পানির সাথে অন্য এক বা একাধিক রাসায়নিক পদার্থের মিশ্রণ, যা মাধ্যমিক হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হয়, তাকে ব্রাইন বলে। অর্থাৎ লবণ মিশ্রিত পানিকে ব্রাইন ওয়াটার বলা হয়। বিশুদ্ধ পানিতে খাবার লবণ সোডিয়াম ক্লোরাইড বা ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড নির্দিষ্ট মাত্রায় দ্রবীভূত করে ব্রাইন প্রস্তুত করা হয়। বরফ কলে সাধারণত সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত পানি (লবণ পানি) ব্রাইন হিসেবে বেশি ব্যবহৃত হয়। এতে ৪ ভাগ পানি এবং ১ ভাগ লবণ থাকে। অর্থাৎ ব্রাইনের ওজন হিসেবে ২০% লবণ মিশানো হয়। উক্ত লবণ পানি আইস ট্যাংকের ১/৩ অংশ ভর্তি করতে হয়। কারণ আইস ক্যান ট্যাংকে বসানোর পর ব্রাইনের স্তর উপরে উঠে যায়। সাধারণত ব্রাইনের তাপমাত্রা -১০ সে. থেকে -১১ সে. এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.২৫ থেকে ১.২৭ রাখা হয়। তবে সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত ব্রাইনের ওজন হিসেবে ২৩% মিশালে তার আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.১৭৫ হয়। এবং জমা ট্যাংকে সর্বনিম্ন -১২ সে. থাকে। উল্লেখ্য, উৎকৃষ্ট ব্রাইনের স্কারফ এবং অল্পত্বের মান ৯ থাকা অপরিহার্য।

৭.৯ আইস প্লান্ট স্থাপন

আইস প্লান্ট স্থাপনের পূর্বে নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করতে হয়-

১. আইস প্লান্ট স্থাপনের জন্য সর্বপ্রথম ভালো স্থান নির্বাচন করতে হবে। এক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো হলো:

- ক) পানি ও অন্যান্য কাঁচামাল সহজপ্রাপ্যতা
- খ) পরিবহন ও যাতায়াতের সকল সুযোগ-সুবিধা থাকতে হবে।
- গ) বিদ্যুতের সুবিধা থাকতে হবে।
- ঘ) বরফের বিক্রয় ও সরবরাহ এলাকা থাকতে হবে।

- ৬) বরফের যথেষ্ট চাহিদা থাকতে হবে।
 ২. স্থান নির্বাচনের পর চাহিদার সাথে সম্পর্ক রেখে আইস প্লান্টের ক্ষমতা নির্বাচন করতে হবে।
 ৩. প্লান্টের ক্ষমতা অনুযায়ী বিল্ডিং বা ঘর তৈরি করতে হবে।
 ৪. অতঃপর আইস ট্যাংক, কমপ্রেসর, কনডেনসার, পানির পাম্প এবং কুলিং টাওয়ার যথানিয়মে স্থাপন বা বসাতে হবে।
 ৫. প্লান্টের প্রধান অংশগুলো (কমপ্রেসর, কনডেনসার, কুলিং কয়েল প্রভৃতি ফ্লোঞ্জ বা থ্রেড সংযোগের মাধ্যমে, সংযুক্ত করতে হবে।
 ৬. অভিজ্ঞ লোকের তত্ত্বাবধানে সমস্ত অংশ এবং হিমায়ন পদ্ধতির লিক যাচাই করতে হবে।
 ৭. প্লান্ট ভ্যাকুয়াম এবং পরিমিত গ্যাস চার্জ করতে হবে।
 ৮. কমপ্রেসর মোটরসহ অন্যান্য বৈদ্যুতিক লোডের সাথে বিদ্যুৎ সংযোগ দিতে হবে।
- নোট: আইস প্লান্ট বা বরফ কলের মেশিন স্থাপনের জন্য অভিজ্ঞ লোকের প্রয়োজন হয়।

৭.১০ বরফ কল চালনা করার ধাপসমূহ

১. বরফ কল চালু করার আগে বৈদ্যুতিক লাইন এবং লাইনের সংযোগ পরীক্ষা করতে হবে।
২. সরবরাহকৃত ভোল্টেজ পরীক্ষা করতে হবে। উল্লেখ্য, থ্রি ফেজ-এর ক্ষেত্রে কমপক্ষে ৩৯০ ভোল্ট এবং সিঙ্গেল ফেজের জন্য ২২০ ভোল্ট থাকা উচিত।
৩. পানির পাম্প চালু করতে হবে।
৪. কমপ্রেসরের লুব অয়েলের পরিমাণ চেক করতে হবে।
৫. রিসিভারে কিং ভালভ থাকলে তা খুলতে হবে।
৬. কমপ্রেসরের ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ খুলে দিতে হবে।
৭. কমপ্রেসর মোটর চালু এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক লোড অন করতে হবে।
৮. কমপ্রেসর সাকশন সার্ভিস ভালভ আস্তে আস্তে খুলে দিতে হবে।
৯. হিমায়ন পদ্ধতির অন্যান্য ভালভ খুলে দিতে হবে।
১০. কমপ্রেসর উভয় (সাকশন ও ডিসচার্জ) প্রেসার এবং অয়েল প্রেসার দেখতে হবে। উল্লেখ্য, অয়েল প্রেসার সাকশন প্রেসার অপেক্ষা 1.36 kg/cm^2 (20 psc) এর বেশি হতে হবে।
১১. পানির লাইন দিয়ে আইস ক্যানে পানি ভর্তি করতে হবে।
১২. ব্রাইনের গতি লক্ষ্য রাখতে হবে।
১৩. ব্রাইনের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরীক্ষা করতে হবে।
১৪. ওভারহেড ক্রেন কাজ করে কিনা তা চেক করতে হবে।
১৫. সর্বোপরি অ্যাম্পিয়ার মিটারের প্রতি লক্ষ্য করে কারেন্ট-এর পরিমাণ দেখতে হবে।

৭.১১ স্পিট টাইপ এয়ারকন্ডিশন স্থাপনের স্থান নির্বাচন :

- ক) পানি ও অন্যান্য কাঁচামাল সহজপ্রাপ্যতা
- খ) পরিবহন ও যাতায়াতের সকল সুযোগ-সুবিধা থাকতে হবে।
- গ) বিদ্যুতের সুবিধা থাকতে হবে।
- ঘ) বরফের বিক্রয় ও সরবরাহ এলাকা থাকতে হবে।
- ঙ) বরফের যথেষ্ট চাহিদা থাকতে হবে।

প্রশ্নমালা-৭

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বরফের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
২. বরফের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।
৩. আইস প্লান্টের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।
৪. আইস প্লান্টের যন্ত্রাংশের তালিকা প্রস্তুত কর।
৫. আইস ট্যাংক অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৬. আইস ক্যান অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করা।
৭. ব্রাইন ওয়াটারের বর্ণনা দাও।
৮. আইস প্লান্ট স্থাপনের পদক্ষেপ লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. একটি আইস প্লান্ট অঙ্কন ও বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
২. আইস প্লান্টের প্রবাহচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৩. চিত্রসহ আইস ট্যাংকের বর্ণনা দাও।
৪. চিত্রসহ আইস ক্যানের বর্ণনা দাও।
৫. বরফ কল চালু করার পদক্ষেপসমূহ লেখ।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় ও প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

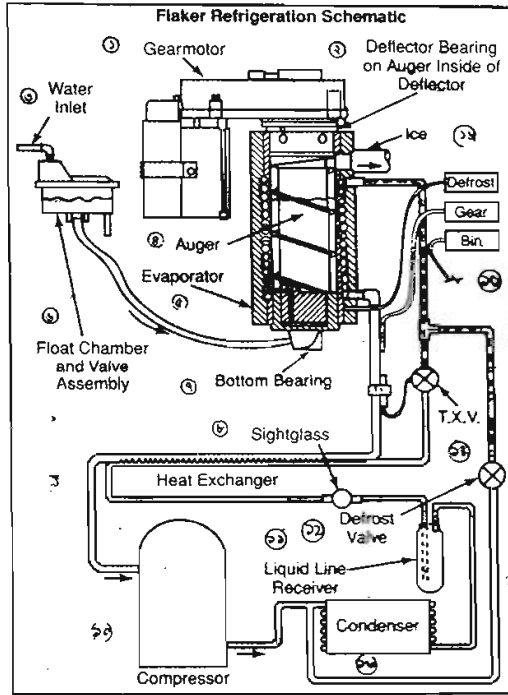
বর্তমান সময়ে বরফের চাহিদা যেমন বৃদ্ধি পেয়েছে তেমনি বরফ কলের চাহিদা বৃদ্ধি পেয়েছে। এতে রেফ্রিজারেশন সাইকেলসহ আনুষঙ্গিক অনেক যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়। ভিন্ন ধরনের বরফের জন্য ভিন্ন প্লান্টের প্রয়োজন হয়।

১. ভিজা বরফ বলতে কী বোঝায়?
২. শুষ্ক বরফ বলতে কী বোঝায়?
৩. এজিটেটর-এর কাজ কী?
৪. বরফ করে ব্রাইন ব্যবহার করার সুবিধা কী?
৫. বরফ স্বচ্ছ হওয়ার কারণ কী?

অষ্টম অধ্যায় ফ্লেকার আইস মেকার

৮.১ ফ্লেকার আইস মেকারের গঠন:

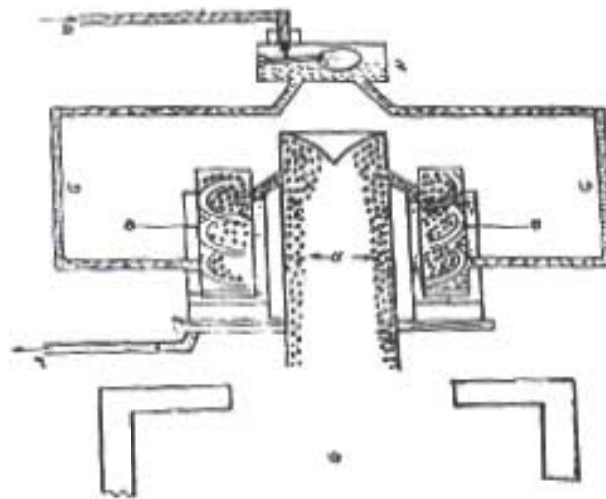
ফ্লেকার আইস মেকার (মেশিন) এর বাইরের অবয়ব আবদ্ধ রিডিং টেবিলের মতো। এতে বরফ তৈরির জন্য ভেপার কমপ্রেশন রেফ্রিজারেশন সাইকেল থাকে। পানি সরবরাহ ও নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ফ্লোট সিস্টেমসহ পানি সরবরাহের ব্যবস্থা থাকে। আইস গুঁড়া করার জন্য বৈদ্যুতিক মোটরচালিত অগার থাকে। অগারের সাথে স্টিলের তৈরি ভারী ব্লেড থাকে। এই ব্লেড দিয়ে বরফ কেটে কুচি করা হয়। চিত্র ৮.১ এ একটি ফ্লেকার আইস মেশিন দেখানো হলো-



১. গিয়ার ২. ডিস্ট্রিকটর বোরিং অন অগার ইনসাইড অফ ডিস্ট্রিকটর ৩. ওয়াটার ইনলেট ৪. অগার ৫. ইভাপারেটর ৬. ফ্লোট চেম্বার অ্যান্ড ভালভ এসেমবলি ৭. বটম বোরিং ৮. সাইড গ্লাস ৯. হিট এক্সচেঞ্জার ১০. কমপ্রেসর ১১. লিকুইড লাইন রিসিভার ১২. ডিফ্রস্ট ভালভ ১৩. কনডেনসার ১৪. টিভি এক্স ১৫. বিন

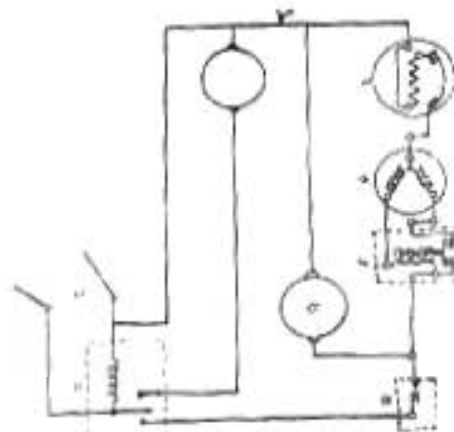
চিত্র: ৮.১ ফ্লেকার আইস মেশিন

৮.২ ফ্রেশার আইস সেকারের বিভিন্ন সার্কিট অঙ্কন



১. পানি সরবরাহ হওয়ার পথ ২. ফ্রেট কন্ট্রোল ৩. পানির লাইন ৪. ইন্ডপোজিটর ৫. ফিল্টার বা কুটি সরক ৬. সেট ৭. পানির ড্রাইন

চিত্র: ৮.২ ফ্রেশার আইস সেকারের পানি সরবরাহ ডায়াগ্রাম



৮. বিদ্যুৎ সরবরাহ ২. টাইমার ৩. কমপ্রেসার ক্যাল বোর্ড ৪. কোল কন্ট্রোলার ৫. রিসি ৬. কমপ্রেসার বোর্ড ৭. O.L.P. অর্থাৎ বোর্ড

চিত্র: ৮.৩ ফ্রেশার আইস সেকারের বৈদ্যুতিক বক্স

৮.৩ ফ্রেকার আইস মেকারের কার্যপদ্ধতি

সকল যন্ত্রপাতি পরীক্ষা করার পর একে চালু করা হয়। এ যন্ত্রে সিলিন্ডার আকৃতির ইভাপোরেটর থাকে। এ ইভাপোরেটরের উপর দিয়ে পাম্পের সাহায্যে পানি সরবরাহ করা হয়। ইভাপোরেটরকে 0° হতে -18° সে. তাপমাত্রায় আনা হয়। এরূপ নিম্ন তাপমাত্রার সংস্পর্শে পানি আসা মাত্রই দ্রুত জমাট বেঁধে যায়। বৈদ্যুতিক মোটর চালিত অগার (বরফ কাটার যন্ত্র) থাকে। আগের সাথে ইস্পাতের ভারী ব্লড থাকে। এ ব্লড দিয়ে বরফ কেটে কুচি করা হয়। অগারটি এমনভাবে স্থাপন করা হয় যখন এটি বরফ কাটে তখন বরফ কুঁচি উপচিয়ে বের হয়ে আসে পানির উৎস থেকে পাম্পের সাহায্যে পানি সরবরাহ করা হয়। পানির লাইনে ফ্লোট ভালভ পানির প্রবাহ ঘটায়। আর প্রয়োজনীয় পরিমাণ পানি প্রবেশ করলে ফ্লোট ভালভ প্রবাহ বন্ধ করে দেয়। এতে তিনটি মোটর থাকে। কমপ্রেসর মোটর, অগার ও কনডেনসার ফ্যান মোটর। তবে কনডেনসার ওয়াটার কুল্ড হলে, কনডেনসার ফানে মোটর থাকে না। সেক্ষেত্রে মাত্র দুটি মোটর থাকে এবং সার্কিটটি ভিন্ন হয়। এতে একটি টাইমার থাকে। টাইমারটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অগার মোটর ও কনডেনসারে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয় এবং অগার চালু হয়, তখন হিমায়ন পদ্ধতি বন্ধ হয়। অর্থাৎ কমপ্রেসর মোটর ও কনডেনসার ফ্যান মোটর (যদি থাকে) বন্ধ হয়।

৮.৪ ফ্রেকার আইস মেকারের রক্ষণাবেক্ষণ:

ফ্রেকার আইস মেকারের রক্ষণাবেক্ষণ করার জন্য নিম্নলিখিত কাজগুলো সময়ে সময়ে করতে হবে:

১. চাপযুক্ত বাতাস দিয়ে কনডেনসারের আলগা ধুলা ও ময়লা পরিষ্কার করতে হবে। হালকা ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানির দ্রবণ দিয়ে এটি পরিষ্কার করা যায়।
২. ইভাপোরেটরে পানি আসার লাইন ও ট্যাংক স্পঞ্জ ও মেরামত করতে হবে।
৩. অগার পরিচালনা চেইনে গ্রিজে দিতে হবে।
৪. স্পঞ্জ বা কাপড় দিয়ে ইভাপোরেটর পরিষ্কার করতে হবে।
৫. সকল প্রকার মোটর পরিষ্কার করতে হবে। প্রয়োজনে মেরামত করতে হবে।
৬. বরফ আধার ধৌত করতে হবে।
৭. সকল প্রকার সংযোগ দৃঢ়ভাবে করতে হবে।

প্রশ্নমালা-৮

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. ফ্রেকার আইস মেকার গঠন উল্লেখ কর।
২. ফ্রেকার আইস মেকারের পানি সরবরাহ সার্কিট অঙ্কন কর।
৩. ফ্রেকার আইস মেকারের বৈদ্যুতিক বর্তনী অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৪. ফ্রেকার আইস মেকারের রক্ষণাবেক্ষণ পদ্ধতি ধারাবাহিকভাবে লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ফ্রেকার আইস অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
২. ফ্রেকার আইস মেশিনের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

ফ্রেকার আইস মেশিন অর্থ কুচি বরফ তৈরি করার যন্ত্র। এতে পানি সরবরাহ ও নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা, রেফ্রিজারেশন সাইকেল এবং বৈদ্যুতিক সার্কিটসহ অন্যান্য সাহায্যকারী সিস্টেম থাকে।

১. ফ্রেকার আইস মেকারে কোন ধরনের রেফ্রিজারেশন সাইকেল ব্যবহৃত হয়?
২. ফ্রেকার আইস মেশিনে কত তাপমাত্রায় বরফ তৈরি হয়?
৩. বরফ কুচি করার যন্ত্রের নাম কী?
৪. ফ্লোটকী কাজে ব্যবহৃত হয়?
৫. ফ্রেকার আইস মেকারের ইভাপারেটর আকৃতি কেমন?

নবম অধ্যায়
বেভারেজ কুলার
(Beverage cooler)

Beverage শব্দের অর্থ যে কোনো পানীয়। যেমন:পানি, শরবত, জুস, বিয়ার, সিরাপ, কোকাকোলা, ফান্টা, পেপসি, আরসিকোলা প্রভৃতি। উক্ত পানীয় দ্রব্য সুপেয় তাপমাত্রায় শীতল রাখার জন্য ব্যবহৃত হিমায়িত কেবিনেটকে বেভারেজ কুলার বলে। তবে আমাদের দেশে কোমল পানীয় কোম্পানি কর্তৃক নির্মাণ ও সরবরাহকৃত কোমল পানীয় বোতল কুলারকে বেভারেজ কুলার বলা হয়। বেভারেজ কুলারের মাধ্যমে সাধারণত পানি ও পানীয় দ্রব্যের তাপমাত্রা ৮° সে. হতে ১২° সে. পর্যন্ত রাখা হয়।

৯.১ বেভারেজ কুলারের ব্যবহার :

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঠান্ডা পানি ও পানীয় দ্রব্য স্বাদে অতুলনীয় ও তৃপ্তিদায়ক। তাই বাণিজ্যিক ক্ষেত্রে ক্রেতাপ্রাপককে আকৃষ্ট করার জন্য কনফেকশনারি, ডিপার্টমেন্টাল স্টোর, রেস্টুরেন্ট, ক্যাফেটেরিয়া, বার, হোটেল প্রভৃতিতে এর ব্যবহার ব্যাপক।

৯.২ বেভারেজ কুলারের গঠন :

বেভারেজ কুলার মূলত নো ফ্রস্ট টাইপ একটি বাতাস নিরোধ হিমায়িত কেবিনেট। যা দেখতে আবাসিক রেফ্রিজারেটরের মতো। তবে এর দরজা কাচের তৈরি। যার জন্য কেবিনেট রক্ষিত পানীয় বোতল দেখা যায়। এতে একটি মাত্র দরজা ও কেবিনেটের অভ্যন্তরে অনেকগুলো তাক থাকে। উক্ত তাকে পানীয় বোতল সাজিয়ে রাখা হয়। কেবিনেটের দেয়াল উন্নতমানের কর্কশিট, গ্লাসউল বা পলি ইউরিথিন ফোম দ্বারা উত্তমরূপে ইনসুলেশন করা থাকে এবং কেবিনেটের ভিতরে তাপমাত্রা থার্মিস্ট্যাট সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

বেভারেজ কুলারের অংশসমূহ:

১. কনডেনসিং ইউনিট

- ক) হারমেটিক কমপ্রেশর
- খ) ফোর্স এয়ার কুল্ড কনডেনসার
- গ) ফিল্টার/ড্রায়ার
- ঘ) ক্যাপিলারি টিউব
- ঙ) কনডেনসার ফ্যান

২. কুলিং ইউনিট

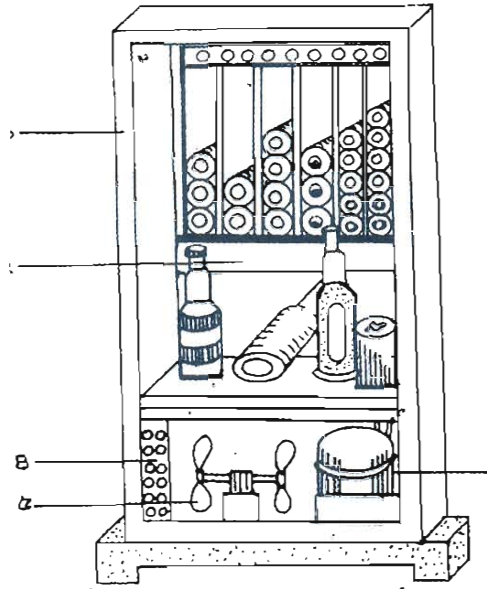
৩. হিমায়িত কেবিনেট

৪. তাকসমূহ

৫. কাচের দরজা

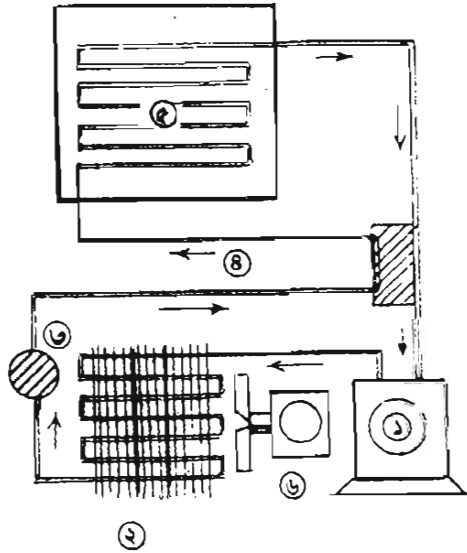
৬. হ্যান্ডেল (Handle)

৭. বডি প্রভৃতি



চিত্র: ৯.২ বেভারেজ কুলারের গঠন

৯.৩ বেভারেজ কুলারের হিমাগন চক্র অঙ্কন:



৯. হারমেটিক কমপ্রেসর ২. ফোর্স এয়ার কুল্ড কনডেনসার ৩. ড্রায়ার ৪. ক্যাপিলারি টিউব ৫. কুলিং ৬. কনডেনসার ফ্যান

চিত্র: ৯.২ বেভারেজ কুলারেজ হিমাগন চক্র

৯.৪ বেভারেজ কুলারে ব্যবহৃত কমপ্রেসর, কনডেনসার, প্রবাহ নিয়ন্ত্রক ও ইভাপারেটরের শ্রেণি/ধরন:

কমপ্রেসর-হারমেটিক

কনডেনসার- ফোর্স এয়ার কুল্ড

প্রবাহ নিয়ন্ত্রক- ক্যাপিলারি টিউব

ইভাপারেটর- ফিনস অ্যান্ড কয়েল

৯.৫ বেভারেজ কুলারের প্রয়োজনীয়তা

আবাসিক রেফ্রিজারেটরের মতোই বাণিজ্যিক ক্ষেত্রে বেভারেজ কুলারের অবদান যথেষ্ট। কারণ এতে সকল প্রকার ঠান্ডা পানীয় দ্রব্য বিক্রয়ের উদ্দেশ্যে সংরক্ষণ করা হয়। কোমল পানীয় সবাই পছন্দ করে এবং বর্তমানে একটি লাভজনক ব্যবসা, তাই বেভারেজ কুলারের প্রয়োজনীয়তা দিন দিন বাড়ছে। মূলত খাদ্যসামগ্রী ঠান্ডা ও স্বাদযুক্ত অবস্থায় সংরক্ষণের জন্য বেভারেজ কুলারের গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

প্রশ্নমালা-৯

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বেভারেজ কুলার বলতে কী বোঝায়?
২. বেভারেজ কুলারের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো লেখ।
৩. বেভারেজ কুলারের অংশগুলোর নাম লেখ।
৪. বেভারেজ কুলারের হিমায়ন চক্র অঙ্কন কর।
৫. বেভারেজ কুলারের কমপ্রেসর, কনডেনসার, এক্সপানশন ভিভাইস ও ইভাপারেটর কোন প্রকৃতির তা উল্লেখ কর।
৬. বেভারেজ কুলারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. একটি বেভারেজ কুলার অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর এবং গঠনপ্রণালি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

কোনো পানীয় দ্রব্য সুপেয় তাপমাত্রায় শীতল রাখার জন্য হিমায়িত কেবিনেট হলো বেভারেজ কুলার। ক্রেতাদের আকৃষ্ট করতে কনফেকশনারি, ডিপার্টমেন্টাল স্টোর ইত্যাদিতে এর ব্যবহার দেখা যায়।

১. বেভারেজ কুলারে কোন কোন পানীয় রাখা হয়?
২. ডিসপেন্সে কেস ও বেভারেজ কুলারের মধ্যে পার্থক্য কী?
৩. বেভারেজ কুলারে কেবিনেটের তাপমাত্রা কত থাকে?
৪. বেভারেজ কুলারের কেবিনেটের ইনসুলেশনের জন্য কী জাতীয় পদার্থ ব্যবহৃত হয়?
৫. বেভারেজ কুলারের তাপমাত্রা কীভাবে নিয়ন্ত্রণ হয়?

দশম অধ্যায়
বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনী
(Electrical circuit of beverage cooler)

১০.১ বেভারেজ কুলারে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক যন্ত্রগুলোর তালিকা

বেভারেজ কুলারে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক যন্ত্রগুলোর নাম উল্লেখ করা হলো-

- ক) কমপ্রেসর মোটর
- খ) ইভাপোরেটর বা কুলিং ফ্যান মোটর
- গ) কনডেনসার ফ্যান মোটর
- ঘ) টিউব লাইট বা কেবিনেট ল্যাম্প
- ঙ) ডিফ্রস্ট হিটার
- চ) টাইমার
- ছ) থার্মোস্ট্যাট
- জ) রিলে
- ঝ) ওভারলোড প্রটেক্টর
- ঞ) ল্যাম্প সুইচ

১০.২ বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার যন্ত্রের ধরন/শ্রেণি

১. কমপ্রেসর মোটর: স্প্লিট ফেজ মোটর অথবা হাইপারফরম্যান্স মোটর (পিটিসি রিলে ও রান ক্যাপাসিটর যুক্ত)।
২. কুলিং ফ্যান মোটর: ক্যাপাসিটর রান মোটর অথবা শ্যাডেড পোল মোটর
৩. কনডেনসার ফ্যান মোটর: ক্যাপাসিটর রান মোটর/শ্যাডেড পোল মোটর
৪. কেবিনেট ল্যাম্প : টিউব টাইপ
৫. হিটার: টিউব টাইপ / ওয়্যার ইন গ্লাস টিউব/ রড হিটার
৬. টাইমার: ডি ফ্রস্ট টাইমার
৭. থার্মোস্ট্যাট: টু পিন ডায়াফ্রাম টাইপ
৮. রিলে: কারেন্ট কয়েল অথবা পিটিসি রিলে
৯. ওভারলোড প্রটেক্টর: বাই মেটাল টাইপ
১০. ল্যাম্প সুইচ: পুশ বাটন বা পিয়ানো কি টাইপ
১১. ফ্যান মোটর ক্যাপাসিটর: রানিং ক্যাপাসিটর

১০.৩ বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনীর যন্ত্রগুলোর কাজ

১. কমপ্রেসর মোটর:

কমপ্রেসর পরিচালনা করা কমপ্রেসর মোটরের কাজ।

২. কুলিং ফ্যান মোটর:

ইভাপোরেটর থেকে ঠান্ডা বাতাস সমগ্র কেবিনেটে ছড়িয়ে দেওয়ার কাজ কুলিং ফ্যান পরিচালনা করে।

৩. কনডেনসার ফ্যান মোটর:

কনডেনসারে তাপ বর্জনের হার বৃদ্ধি করার জন্য কনডেনসার ফ্যানকে পরিচালনা করে।

৪. কেবিনেট ল্যাম্প:

কেবিনেটকে আলোকিত করার জন্য কেবিনেট ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়।

৫. ডিফ্রস্ট হিটার:

টাইমারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ সরবরাহ পেলে এটি ইভাপোরেটরে জমা বরফ গালিয়ে তুষার মুক্ত করে। এজন্য একে ডিফ্রস্ট হিটার বলে।

৬. টাইমার:

রেফ্রিজারেটর ও বেভারেজ কুলারে টাইমার একটি ডিফ্রস্ট ডিভাইস হিসেবে কাজ করে। একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর কমপ্রেসর মোটরকে এবং ডিফ্রস্ট হিটারকে সংযোগ দেয়।

৭. থার্মোস্ট্যাট:

রেফ্রিজারেটর বা বেভারেজ কুলারের কেবিনেটের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য থার্মোস্ট্যাট ব্যবহার করা হয়। কেবিনেটের ভিতরের তাপমাত্রায় প্রভাবিত হয়ে কমপ্রেসর মোটরকে অফ করে আবার তাপমাত্রা বাড়লে মোটরকে চালু করে। এভাবে কেবিনেটের তাপমাত্রা একটি সীমার মধ্যে রাখতে সক্ষম হয়।

৮. রিলে:

হারমিটিক কমপ্রেসর মোটরের একটি স্বয়ংক্রিয় স্টার্টিং ডিভাইস। স্পিষ্ট ফেজ ইনডাকশন মোটরের স্টার্টিং এর মুহূর্তে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিংকে রানিং ওয়াইন্ডিং-এর প্যারালালে সার্কিটের সাথে যুক্ত রেখে মোটরকে স্টার্ট করতে সাহায্য করে এবং মোটর ৭৫% থেকে ৮০% গতি প্রাপ্ত হলে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিংকে সার্কিট থেকে বিচ্ছিন্ন করে দেয় বা ওই ওয়াইন্ডিং-এ কারেন্ট সরবরাহ বন্ধ করে দেয়।

৯. ওভারলোড প্রটেক্টর:

কোনো কারণে কমপ্রেসর মোটরে অতিরিক্ত কারেন্ট গেলে সার্কিট বিচ্ছিন্ন করে কমপ্রেসর মোটরকে জ্বলে যাবার হাত থেকে রক্ষা করে।

১০. ল্যাম্প সুইচ:

কেবিনেট ল্যাম্প চালু ও বন্ধ করার জন্য ল্যাম্প সুইচ ব্যবহার করা হয়।

১১. ফ্যান মোটর ক্যাপাসিটর:

মোটরের স্টার্টিং টর্ক বৃদ্ধি করে এবং পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নত করে।

১০.৪ বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনীর যন্ত্রগুলোর বর্ণনা

১. কমপ্রেসর মোটর:

এটি একটি স্পিষ্ট ফেজ জাতীয় মোটর। এ ধরনের মোটরের স্ট্যাটারে দুই ধরনের ওয়াইন্ডিং থাকে। একটি রানিং বা মেইন ওয়াইন্ডিং। এটির তার অপেক্ষাকৃত মোটা থাকে যা স্ট্যাটারের স্লটের ভিতরের দিকে বসানো হয়। অন্য একটি স্ট্যাটারিং বা সাহায্যকারী ওয়াইন্ডিং থাকে। এটির তার চিকন যা স্ট্যাটার স্লটের বাইরের দিকে বসানো হয়। ইনসুলেটেড এ তারগুলো পাশাপাশি বসানো হয়। মোটা তারের কয়েলের রোধক চিকন তারের স্টার্টিং কয়েলের চেয়ে কম থাকে। স্ট্যাটারটি লেমিনেটেড লোহার পাতের তৈরি। রানিং কয়েলের এক মাথা এবং স্টার্টিং কয়েলের এক মাথা একত্রে সংযোগ থাকে। একে কমন টার্মিনাল বলে। অন্য দুটি তারের

মাথার মধ্যে একটি রানিং বা মেইন অন্যটি সাহায্যকারী বা স্টার্টিং পয়েন্ট। মোটরের কমন, স্টার্ট আর রান টার্মিনাল সকেটে আটকানো থাকে। সিল টাইপ মোটরের বেলায় এ টার্মিনাল সকেটটি মোটরের ডোমে বসানো টার্মিনালের ভিতরের দিকে লাগানো হয়। ডোমের বাইরের টার্মিনালে বিদ্যুৎ সংযোগ দেওয়ার জন্য ওই তিনটি টার্মিনাল ব্যবহৃত হয়। মোটর চালু করার মুহূর্তে উভয় ওয়াইন্ডিং দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। চালু হওয়ার পরে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এর সংযোগ রিলের মাধ্যমে অফ করা হয়। শুধু রানিং ওয়াইন্ডিং-এর মাধ্যমে মোটর চলতে থাকে।

২. কুলিং ফ্যান (কেবিনেট):

নন ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটরের ফ্রিজিং চেম্বারের মতো এতে একটি মাত্র ইভাপোরেটর কয়েল ব্যবহার করা হয়। এর রেফ্রিজারেটর চেম্বারে কোনো কয়েল থাকে না। তাই ফ্রিজিং চেম্বার থেকে শীতল বাতাস রেফ্রিজারেটরে চেম্বারে প্রেরণ এবং শীতল বাতাসকে গতিশীল করার জন্য এ জাতীয় রেফ্রিজারেটরে ফ্যান ব্যবহার করা হয়। ফ্যানটি কম ক্ষমতাসম্পন্ন শ্যাডেড পোল মোটর দ্বারা চালিত। এটি খুব নগণ্য পরিমাণ কারেন্ট ব্যয় করে। ফ্যান সাধারণত ১৫-২৫ ওয়াটের হয়ে থাকে। কমপ্রেসর মোটরকে নিয়ন্ত্রণকারী থার্মোস্ট্যাট দ্বারা ফ্যান মোটরকেও নিয়ন্ত্রণ করা হয়। কমপ্রেসর মোটরকে থার্মোস্ট্যাট অফ করলে ফ্যান মোটরও অফ হয়ে যায়। কারণ তখন ফ্যান মোটরের গতিশীলতার প্রয়োজন হয় না। সে জন্য ফ্যান মোটরের তারের সংযোগ থার্মোস্ট্যাট-এর আউটপুটে দেওয়া হয়। অপর প্রান্ত ডোর সুইচে সংযোগ দেওয়া ভালো। ডোর সুইচের ফ্যানের সংযোগ দিতে হলে তিন পিন ডোর সুইচ ব্যবহার করতে হয়। এক্ষেত্রে রেফ্রিজারেটরের দরজা খুললে ফ্যান বন্ধ হয়ে যায়। দরজা খুললে ফ্যান বন্ধ হবার উদ্দেশ্য হলো সহজে বাইরের গরম বাতাস চেম্বারে দ্রুত প্রবেশ করতে পারে না। এতে কমপ্রেসর মোটরের উপর Cooling Effect এর প্রভাব কম পড়ার কারণে এর আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি পায়। রেফ্রিজারেটরের আকৃতির উপর ভিত্তি করে ফ্যান মোটর নির্বাচন করা হয়।

৩. কনডেনসার ফ্যান মোটর :

এতে পারমান্যান্ট স্প্লিট ক্যাপাসিটর মোটর ব্যবহার করা হয়। ক্যাপাসিটর রান মোটরের স্টার্টিং ও রানিং কয়েলে প্রায়ই সম গেজের তার থাকে (তবে ব্যতিক্রমও আছে)। সিঙ্গেল ফেজ মোটরের একটি কমন লাইন তাকে সেখানে স্টার্টিং ও রানিং কয়েলের একটি করে মাথা ক্যাপাসিটরে সংযোগ থাকে। রানিংয়ের যে মাথা ক্যাপাসিটরে সংযোগ হয়েছে সেখান থেকে অন্য একটি লাইনের সংযোগ হবে অর্থাৎ লাইনের এক তার কমন টার্মিনাল এবং অন্য তার রানিং থেকে হয়।

৪. টাইমার:

টাইমার মোটর একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর কমপ্রেসর মোটর ও হিটারকে সংযোগ দেয়। যখন কমপ্রেসর চলে তখন নিম্ন তাপমাত্রায় কুলিং কয়েলে বরফ জমে। ফিল্প কয়েলে বরফ জমে এমন একটি অবস্থা হয় যখন ফ্যান চললেও বাতাস সঞ্চালন করতে পারে না। কয়েলে জমাকৃত এ বরফ গলানোর জন্য কয়েলের এক বা একাধিক হিটার থাকে। এ হিটারকে টাইমার মোটর নির্দিষ্ট সময়ে লাইন দেয়। হিটার উত্তপ্ত হয়ে বরফকে গালিয়ে দেয়। বরফ গলে হিটারের সাথে সংযুক্ত ডিফস্ট লিমিট সুইচ বা ডিফস্ট থার্মোস্ট্যাট লাইন সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে। এক সময় টাইমার মোটর চালু হয়ে আবার কমপ্রেসর মোটরে লাইন দেয়। টাইমার ২৪ ঘণ্টায় হিটারকে ৩-৪ বার সংযোগ দেয়। টাইমার হিটারে লাইন দিলেও কয়েলে বরফ না থাকলে ডিফস্ট লিমিট সুইচ বা ডিফস্ট

থার্মোস্ট্যাট অফ থাকে ফলে হিটার লাইন পায় না। আবার যখন লাইন পায় তখন বরফ গলে লিমিট সুইচ অফ হয় ফলে টাইমার আর কমপ্রেসর অন করে।

৫. হিটার:

এটি ননফ্রস্ট হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়। এটি ইনসুলেটেড করা থাকে। টাইমারের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক সাপ্লাই পোলে হিটার ফ্রিজিং চেম্বারকে উত্তপ্ত করে। চেম্বার তুষার বা বরফ আচ্ছাদিত থাকলে গলে মুক্ত হয়। এছাড়া চেম্বারে মাত্রা অতিরিক্ত বরফ জমলে সামগ্রিক তাপ পরিত্যাগ করেত পারে না। কারণ ২ ইঞ্চি বরফ প্রায় ১ ইঞ্চি ইনসুলেটরের সমান। তাই ইভাপোরেটর হিমাংকের নিচেই শীতল হওয়া ভালো তবে অযাচিত বরফ থাকা মোটেই কাম্য নয়। বাজারে সাধারণত তিন জাতীয় হিটার পাওয়া যায়।

(ক) টিউব হিটার: এটি টিউব আকৃতির এবং কয়েকটি ভাঁজে ভাঁজ করা থাকে। ভাঁজগুলো বর্গাকার বা আয়তাকার, ১টি বা ২টি প্যাঁচ থাকে। এটি ২০ থেকে ৩০ ওয়াটের হয়ে থাকে।

(খ) ওয়্যার ইন গ্লাস টিউব: গ্লাস টিউবের মধ্যে চিকন তার কয়েল আকৃতির প্যাঁচানো থাকে। দেখতে স্প্রিং-এর অনুরূপ। এটি ৭০ থেকে ১২০ ওয়াটের হয়। দৈর্ঘ্য ও তারের সাইজ হিসাবে এর ওয়াট কম-বেশি হয়ে থাকে। এগুলো ১২ ইঞ্চি থেকে ১৪ ইঞ্চি মাপের হয়ে থাকে।

(গ) রড হিটার: এটি দেখতে চিকন রডের মতো। এগুলো সর্বাপেক্ষা বেশি ওয়াটের হয়। এটি ৩৫০ ওয়াটের এবং ১২" থেকে ২৮" লম্বা হয়ে থাকে।

নোট: রেফ্রিজারেটরের আয়তন (ক্ষমতা) অনুযায়ী হিটারের ওয়াট নির্ধারণ করা হয়। তবে হিটার নির্বাচন টাইমারের উপরও নির্ভরশীল। বড় ইউনিটে বেশি ওয়াটের হিটার ব্যবহার করা হয়। টাইমার যদি স্বল্প সময় হিটারের লাইন অন রাখে তবে বেশি ওয়াটের হিটার লাগে।

৬. থার্মোস্ট্যাট:

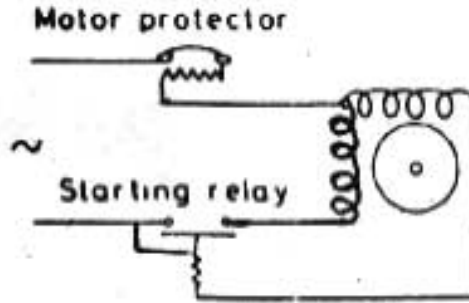
এটি তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক। থার্মোস্ট্যাটের রিমোট ভালভটি ইভাপোরেটরের সাথে সংযুক্ত থাকে। থার্মোস্ট্যাটের রিমোট ভালভ বা ক্যাপিলারি টিউবের মধ্যের চার্জ তাপে সম্প্রসারিত হয়ে ডায়ফ্রাম বা বিলোজকে চাপ দিয়ে অভ্যন্তরীণভাবে সংযুক্ত তারকে কনটাক্ট দেয়। ইভাপোরেটর ঠান্ডা হলে চার্জ সংকুচিত হয়। ফলে ডায়ফ্রামের চাপ কমে যায় ও তারদ্বয়ের কনটাক্ট বিচ্ছিন্ন করে ফলে কমপ্রেসর বন্ধ হয়ে যায়।

৭. ওভারলোড প্রটেকটর:

এটি একটি নিরাপত্তামূলক ডিভাইস। উচ্চ ভোল্টেজ, নিম্ন ভোল্টেজ, উচ্চ কারেন্ট অথবা অন্য কোনো কারণে বৈদ্যুতিক ওভারলোড সৃষ্টিতে সার্কিটের কোনো ক্ষতি না হয় সে জন্য ওভারলোড প্রটেক্টর ব্যবহার করা হয়। সার্কিট ও অন্যান্য লোডকে রক্ষা করার জন্য এটি সার্কিটকে ওপেন করে দেয়। এর বাইমেটালিক পাত কনটাক্ট অবস্থায় থাকে। অতিরিক্ত লোডে এ বাইমেটাল উত্তপ্ত হয়ে অভ্যন্তরীণভাবে ডিসকনটাক্ট হয়ে যায়।

৮. রিলে: রিলে একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস যা একটি সুইচের মতো কাজ করে। বাইমেটাল, থার্মাল, ম্যাগনেটিক ইত্যাদি বিভিন্ন ধরনের রিলে বিভিন্ন প্রয়োজনে ব্যবহৃত হয়। সিঙ্গেল ফেজ মোটর চালু করার পর স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং ও স্টার্টিং ক্যাপাসিটর সার্কিট থেকে অফ করার জন্য রিলে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের রিলে চার প্রকার হয়। যথা-

- ক) কার্বেট কয়েল রিলে
- খ) পটেনশিয়াল রিলে
- গ) সিটিসি রিলে
- ঘ) বাইমেটাল রিলে



চিত্রঃ ১০.১ কার্বেট কয়েল রিলে

শিল্ডেড কোর এবং ক্যাপাসিটর স্টার্ট ব্যারমেটিক কমপ্রেশর সিস্টেম কোর সোল্ডিয়ার কার্বেট কয়েল রিলে ব্যবহৃত হয়। কার্বেট কয়েল রিলেতে বিদ্যুৎ সরবরাহ পেলে কার্বেট কয়েলটি পটেনশিয়াল হুবকে পরিণত হয় এবং সলিময়েড ক্যাকশনে এর কোরনের প্রাক্করটি শিল্ডেড টেমপনের বিপরীতে চূড়ক কোরনের দিকে চলে আসে। এতে প্রাক্করের কন্টাক্টের ওপরের কন্টাক্টের-এর সাথে সেলে যায় এবং স্টার্টিং কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ পায়। মোটর চালু হওয়ার পর রিলের কার্বেট কয়েল এবং সোল্ডিয়ার কয়েল দুটোতে বিদ্যুৎ প্রবাহ কমে যায়। কারণ স্টার্টিং-এর সময় মোটর কয়েলে কোনো ভ্যাক ইন্ডাকশন থাকে না কিন্তু কিছুকণ পরে অর্থাৎ স্টার্ট হয়ে যাওয়ার পর ভ্যাক ইন্ডাকশন উৎপন্ন হয় যা হুল বিদ্যুৎ-এর বিপরীত দিকে প্রবাহিত হয়। এতে রিলে কয়েলের বিদ্যুৎ প্রবাহের পরিমাণ হ্রাস পায় এবং হুবকের শক্তি কমে যায়। এ সময়কার প্রাক্কর তার নিজ কয়েলে বা শিল্ডেড-এর টেমপনে নিজে সেমে যায়। কয়েল কন্টাক্ট বিচ্ছিন্ন হয়ে স্টার্টিং ওয়াইল্ডিং বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইন থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে।

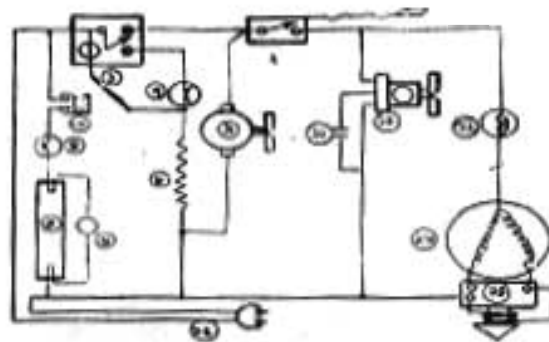
পটেনশিয়াল রিলে:

পটেনশিয়াল রিলের মধ্যে একটি ব্যাপমেন্টিক কয়েল, একটি কন্টাক্ট ও কিসলি সংযোগ ব্যবস্থা থাকে। এ কয়েলের রিলে স্টার্ট ক্যাপাসিটর সার্কিট অদ-অক করার জন্য ব্যবহৃত হয়। কন্টাক্ট পরেরটি স্বাভাবিকভাবে বন্ধ থাকে। এ ধরনের রিলেতে কার্বেট সেজার সাথে সাথে মোটর চালু হয়। আর ক্যাপাসিটর সার্কিট বিচ্ছিন্ন হয়। এ রিলে উইন্ডো ও শিল্ডেড টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের মোটরে স্টার্টিং ক্যাপাসিটর সার্কিট অদ-অক করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

সিটিসি রিলে:

সিস্টেম কোর মোটর চালু করার জন্য সিটিসি বা পজিটিভ টেম্পারেচার কো-ইন্ডিকিয়েট রিলে কার্বেট কয়েল রিলের পরিবর্তে ব্যবহৃত হয়। কার্বেট কয়েল রিলে মোটর চালু করার সময় স্টার্টিং প্রবাহের সংযোগ

সেৱা এক স্টাৰ্ট হুৱে সেৱা সাৰে সাৰে সহযোগ বিচ্ছিন্ন কৰে। এই সহযোগ সেৱা ৩ বিচ্ছিন্ন কৰতে বাৰ্ষ হলে মোটৰেৰ ফাৰ ফালে বাৰ। এ ধৰণেৰে সুঁকিৰ হাৰ থেকে সুঁকি পাওৱাৰ জন্য পিটিনি কিলে ব্যবহৃত হয়। এৰ ডিফাৰ একটা সেমিকন্ডাক্টৰ ডিফাইল থাকে যাৰ টেমিটি হলো ভাণসাজা বাতুলে জোৰ থাকে। এটি স্টাৰ্টিং ওয়াইকিহুৱেৰ সাৰে পিটিজে সহযোগ কৰা হয়। সেটিৰ বহু অবস্থায় পিটিনি-এৰ যোথক খুব কম থাকে ৩-৩০ ওহম (Ω)। সেটিৰ অল কৰাৰ সাৰে অধিক হুৱে কাৰেণ্ট এবাহিত হয়। এতে পিটিনি উত্তৰ হয় এক প্ৰস্ত জোৰ অনেক বাকিয়ে সেৱা (১০-২০) কিলো ওহম। এতে স্টাৰ্টিং ওয়াইকিহুৱে খুব সামান্যই কাৰেণ্ট এবাহিত হয়। এ কাৰেণ্টে মোটৰেৰ কোনো ফলন অতি কৰে না। পিটিনি সেমিকন্ডাক্টৰ পদাৰ্থ বিহে তৈৰি থাকে, অসেকে একে পদাৰ্থ কিলে ফলে। এটি কোনো পদ তৈৰি কৰে না, হালকা, নামে লজা অথচ দিয়াপন একটা স্টাৰ্টিং ডিফাইল। আৱকাল অধিকাৰেণ হিমাৱন বহুৱে কৰমেসেৰ সেটিৰ চালু কৰাৰ জন্য পিটিনি কিলে ব্যবহৃত হয়।



১. টাইমার ২. থাৰ্মোস্টাট সুইচ ৩. থাৰ্মোস্টাট ফাৰ কন্ট্ৰল ৪. থাৰ্মোস্টাট সুইচ ৫. টাইম লাইট বা থাৰ্মোস্টাট ল্যাম্প
 ৬. স্টাৰ্টাৰ ৭. থাৰ্মোস্টাট টেমিটি সুইচ (বাৰিমেটাল টাইল) ৮. থাৰ্মোস্টাট টাইল ৯. কন্ট্ৰল সাৰ ফাল ১০.
 ইন্ডাশাৰেণ্ট বা সুঁকি ফাল ১১. সুঁকি ফাল মোটৰ কাৰাণিটিৰ ১২. ওয়াৰসোড এটেটৰ ১৩. কন্ট্ৰল সাৰ মোটৰ
 ১৪. কিলে ১৫. কন্ট্ৰল সাৰ কৰ্ম বা গ্ৰাণ
 টিৰ। ১০.২ থাৰ্মোস্টাট ফাৰেৰ থাৰ্মোস্টিক বক্ৰী

প্রশ্নমালা-১০

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনীতে যে সকল অংশ থাকে সেগুলোর নাম লেখ।
২. বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনীতে যে সকল অংশ থাকে সেগুলোর ধরন উল্লেখ কর।
৩. রেলে ও থার্মোস্ট্যাট- এর কাজ উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. বেভারেজ কুলারের কমপ্রেসর মোটরের বর্ণনা দাও।
২. বেভারেজ কুলারের কুলিং ফ্যান (কেবিনেট) এর বর্ণনা দাও।
৩. বেভারেজ কুলারের কনডেনসার ফ্যান ও টাইমারের বর্ণনা দাও।
৪. বেভারেজ কুলারের হিটারের বর্ণনা দাও।
৫. থার্মোস্ট্যাট ও ওভারলোড প্রটেক্টরের বর্ণনা দাও।
৬. কারেন্ট কয়েল রিলের বর্ণনা দাও।
৭. পিটিসি রিলের বর্ণনা দাও।
৮. বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনী অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনী ননফ্রস্ট রেফ্রিজারেটরের অনুরূপ। ননফ্রস্ট রেফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক বর্তনী রঙ করতে পারলে এটি রঙ করা সহজ হবে।

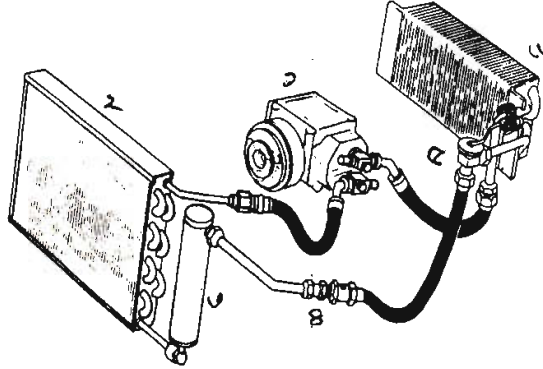
১. পিটিসি রিলে কোন নীতিতে কাজ করে?
২. কারেন্ট কয়েল রিলে অসুবিধা কী?
৩. বেভারেজ কুলারের কমপ্রেসর মোটর কোন ধরনের?
৪. টাইমার কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
৫. হিটারের কাজ কী?

একাদশ অধ্যায়
অটো এয়ার কন্ডিশনিং
(Auto Air conditionnig)

১১.১ অটো এয়ারকন্ডিশনিং-এর প্রয়োজনীয়তা

মানবসভ্যতার ক্রমবিকাশে উন্নতর ও আরামদায়ক জীবনব্যবস্থায় এয়ারকন্ডিশনিং-এর অবদান অনস্বীকার্য। কারণ মানুষ আরামপ্রিয় তাই ভ্রমণ আরামপ্রদ করার জন্য গাড়িতে এয়ারকন্ডিশনিং ব্যবহার করার প্রয়োজন হয়। মূলত আরামপ্রদ ভ্রমণ, রোগী বহন, মূল্যবান ঔষুধপত্র, রাসায়নিক পদার্থ, ইলেকট্রিক ও সামরিক জিনিসপত্র নিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রায় স্থানান্তরিত করার জন্য অটোমোবাইল এয়ারকন্ডিশনিং-এর বিকল্প নেই। কারণ তাপমাত্রা সংরক্ষণ করে এ সমস্ত উপকরণ এক স্থান হতে অন্য স্থানে নিতে না পারলে এর গুণাগুণ ঠিক থাকে না। এছাড়া উত্তপ্ত বালুময় এলাকায়, মরুভূমি, পাহাড়ি এলাকায় দুর্গম পথ পাড়ি দিতেও অটোমোবাইল এয়ারকন্ডিশনিং-এর গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

১১.২ অটো এয়ারকন্ডিশনিং-এর গাড়িতে অবস্থান

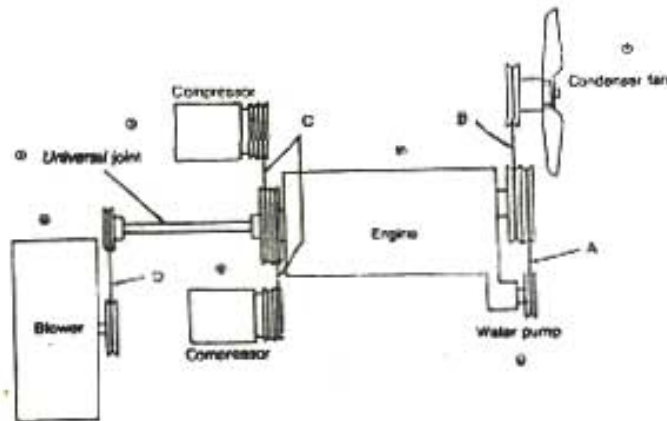


১. কমপ্রেসর
২. কনডেনসার
৩. রিসিভার
৪. সাইট গ্লাস
৫. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ
৬. ইভাপারেটর

চিত্র : ১১.১ কার এয়ারকন্ডিশনিং-এর অবস্থান

কার-এর ক্ষেত্রে এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট ইঞ্জিন কম্পার্টমেন্টে বুনেটের নিচে অবস্থান করে। ইঞ্জিনের সাহায্যে এর কমপ্রেসর পরিচালিত হয় এবং ব্লোয়ার মোটর ব্যাটারির সাহায্যে পরিচালিত হয়। চিত্র ১১.১ এ একটি বাস্তব কার এয়ারকন্ডিশনার দেখানো হয়েছে। বড় গাড়ি বা বাসের ক্ষেত্রে এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট গাড়ির পিছনে অবস্থান

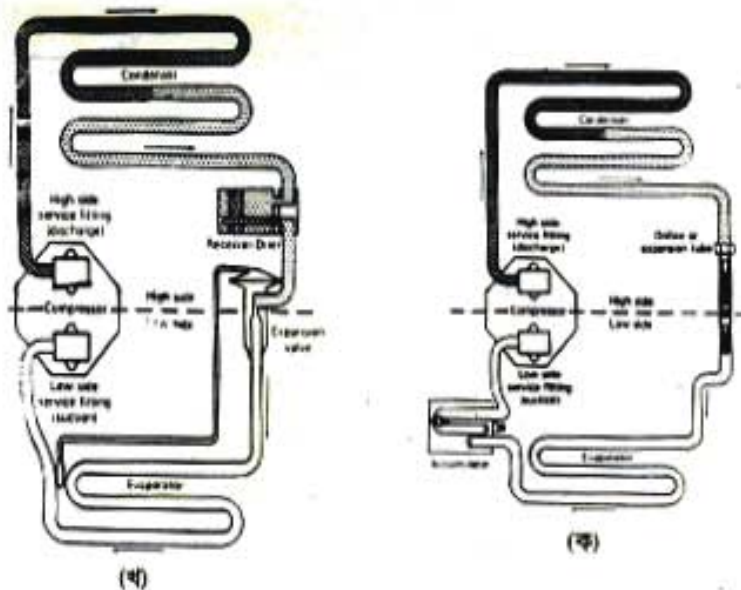
করে। ডাকট-এর মাধ্যমে মিশ্রিত বাতাস গাড়ির ভিতরে সরবরাহ করা হয়। বড় গাড়ির এপি পৃথক ইঞ্জিন দ্বারা পরিচালিত হয়।



১. কমপ্রেসর ২. ইউনিভার্সাল জয়েন্ট ৩. ড্রয়ার ৪. কমপ্রেসর ৫. ইঞ্জিন ৬. ওয়াটার পাম্প ৭. কমপ্রেসর ৮. ফ্যান

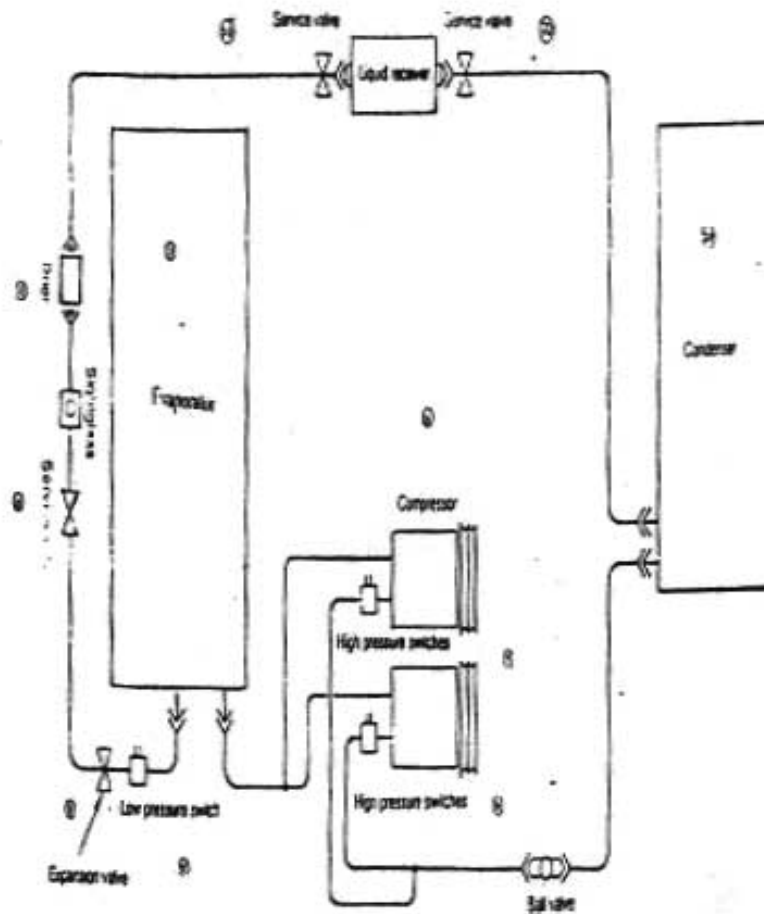
চিত্র: ১১.২ পৃথক ইঞ্জিনচালিত বাস এয়ারকন্ডিশনিং-এর বস্কেট

১১.৩ অটো এয়ারকন্ডিশনিং এর বিভিন্ন সার্কিট



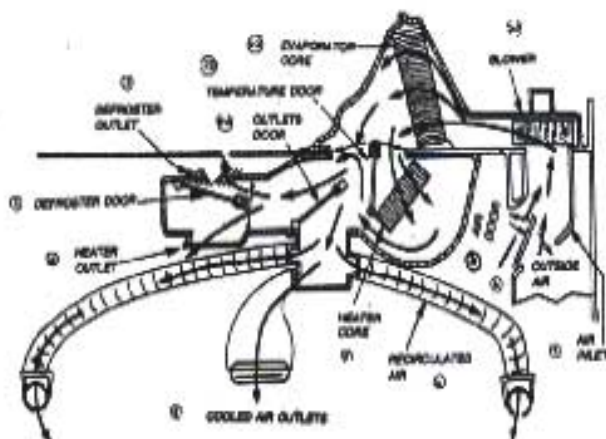
১. কমপ্রেসর ২. কনডেনসার ৩. রিসিভার দ্রায়ার ৪. এক্সপানশন ভ্যালভ ৫. ইভাপারেটর ১. কমপ্রেসর ২. কমপ্রেসর ৩. অরিসিস এক্সপানশন টিউব ৪. ইভাপারেটর ৫. অ্যাকুমুলেটর

চিত্র: ১১.৩ কার এয়ারকন্ডিশনিং-এর হিমাংশ চক্র



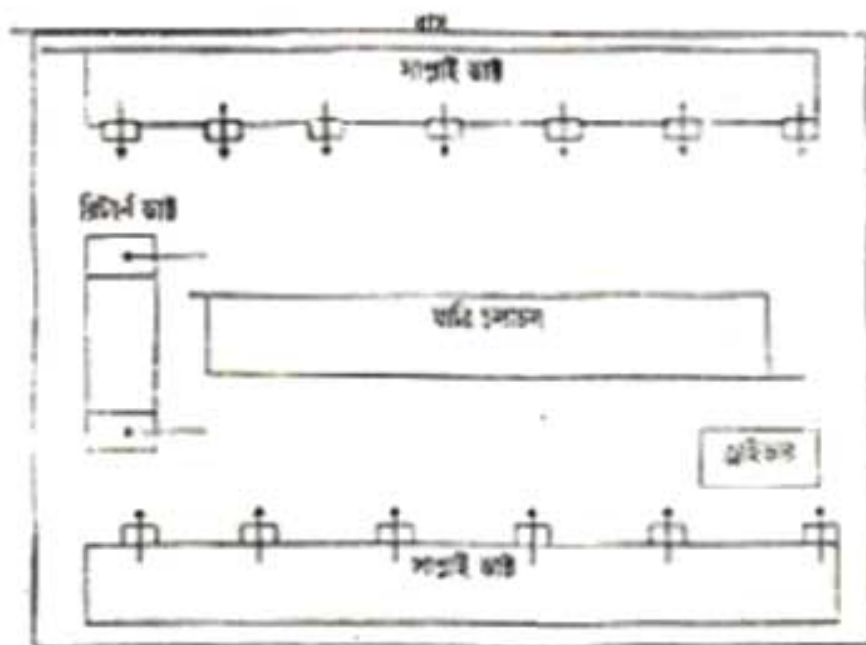
১. ইভাপারেটর ২. ফ্লোর ৩. সার্ভিস ভালভ ৪. এজেকশন পন ভালভ ৫. লো প্রেসার সুইচ ৬. কম্প্রেসর ৭. হাই প্রেসার সুইচ ৮. বাল ভালভ ৯. কনডেনসার ১০. কনডেনসার।

চিত্র: ১১.৪ বাস এয়ারকন্ডিশনিং-এর হিয়ারন চক্র

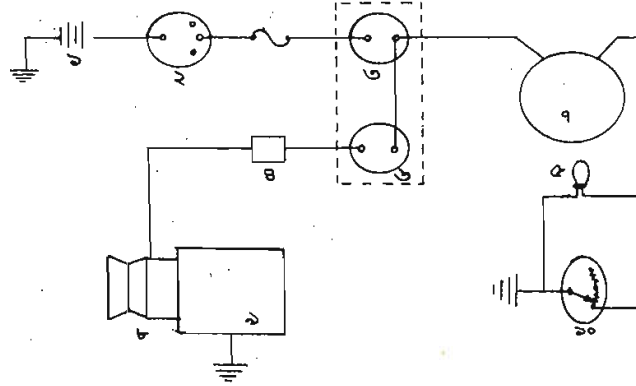


১. ডিফ্রস্টার আউটলেট ২. ডিফ্রস্টার ডোর ৩. হিটার আউটলেট ৪. কোল এয়ার আউটলেট ৫. হিটার কোর
৬. রিসার্কুলেটেড এয়ার ৭. এয়ার ইনলেট ৮. আউটসাইড এয়ার ৯. এয়ার ফেন ১০. ব্লোয়ার ১১.
ইন্সপেক্টর কোর ১২. টেম্পারেচার ডোর ১৩. আউটলেট ডোর

চিত্র ১১.৬ কার এয়ার কন্ডিশনিং-এর বায়ুবক্টন ব্যবস্থা



চিত্র: ১১.৫ বাস এয়ারকন্ডিশনিং-এর বায়ুবক্টন ব্যবস্থা



১. ব্যাটারি (১২ ভোল্ট) ২. ইগনিশন সুইচ ৩. ব্লোয়ার ফ্যান সুইচ ৪. রিলে ৫. ইসিডকেটিং ল্যাম্প ৬. থার্মোস্ট্যাট ৭. ব্লোয়ার ফ্যান ৮. ম্যাগনেটিক ক্লাচ ৯. কমপ্রেসর ১০. সিলেক্টর সুইচ।

চিত্র: ১১.৬ কার এয়ারকন্ডিশনিং-এর সহজ বৈদ্যুতিক বর্তনী

১১.৪ অটো এয়ারকন্ডিশনিং চালনার সম্পর্কে পদক্ষেপসমূহ

১. ব্যাটারির ভোল্টেজ (১২ ভোল্ট):

চেক করতে হবে।

২. ইঞ্জিন চালুকরণ:

ইগনিশন সুইচ অন করে ইঞ্জিন চালু করতে হবে। ইঞ্জিন চালু করে গিয়ার নিয়ন্ত্রণ করে ইঞ্জিনের গতি কম বেশি করতে হবে।

৩. ফ্যান চালুকরণ:

ইগনিশন সুইচ অন অবস্থায় সিলেক্টর সুইচ অন করে ব্লোয়ার বা ফ্যান মোটর চালু করতে হবে। ফ্যান চালু হওয়ার পর সিলেক্টর সুইচ নিয়ন্ত্রণ করে ফ্যানের গতি কম-বেশি বা কম-মধ্যম, বেশি করতে হবে।

৪. কমপ্রেসর চালুকরণ:

ইগনিশন বা ক্ল্যাংকিং সুইচ অন করার পর এসি সুইচ অন করলে ম্যাগনেটিক ক্লাচ লাইন পাবে। ক্লাচ চুম্বক শক্তিকে রূপান্তরিত হয়ে ইঞ্জিনের সাথে কমপ্রেসর শ্যাফটকে সংযোগ করে দিবে। অতঃপর কমপ্রেসর চলতে থাকবে।

৫. ইঞ্জিনের গতি :

ইঞ্জিনের গতি বাড়াতে হবে।

৬. এয়ার খিল বা লুভার:

এয়ার খিল বা লুভার খুলে দিতে হবে।

১১.৫ অটো এয়ারকন্ডিশনিং-এর তালিকা

১. মোটরযানের নিজেই ইঞ্জিনচালিত এয়ারকন্ডিশনার। যেমন- মোটর কার, মাইক্রোবাস, অ্যান্ডুলেশ ইত্যাদি।

ক) থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত অটো এয়ারকন্ডিশনার

খ) অরিফিস বা এক্সপানশন টিউব ব্যবহৃত অটো এয়ারকন্ডিশনার

২. পৃথক ইঞ্জিন-চালিত এয়ারকন্ডিশনার। যেমন - বাস, কোচ ইত্যাদি।

প্রশ্নমালা-১১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. অটো এয়ারকন্ডিশনারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
২. অটো এয়ারকন্ডিশনারের গাড়িতে অবস্থান উল্লেখ কর।
৩. থার্মোস্ট্যাটিক এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত অটো এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেশন সাইকেল অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৪. অরিফিস বা এক্সপানশন টিউব ব্যবহৃত অটো এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেশন সাইকেল অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৫. বাস এয়ারকন্ডিশনিং-এর রেফ্রিজারেশন সাইকেল অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৬. বাস এয়ারকন্ডিশনিং-এর বায়ু বণ্টন ব্যবস্থা অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৭. কার এয়ারকন্ডিশনিং-এর সহজ বৈদ্যুতিক সার্কিটের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
৮. অটো এয়ারকন্ডিশনার চালানোর পদক্ষেপসমূহ লেখ।
৯. অটো এয়ারকন্ডিশনারের তালিকা দাও।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. চিত্রসহ অটো এয়ারকন্ডিশনারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২. কার এয়ারকন্ডিশনারের বাতাস বণ্টন ব্যবস্থার চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

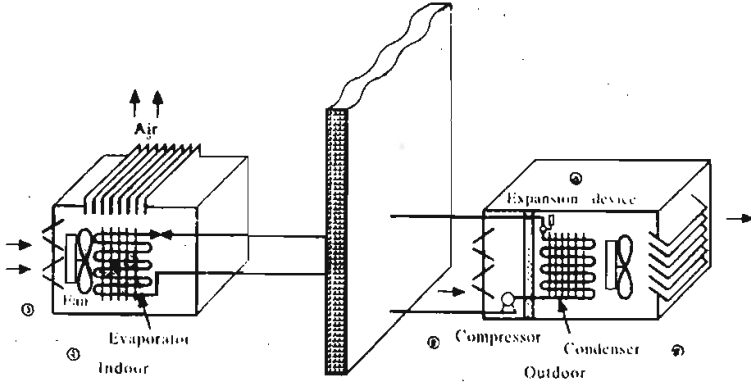
অটো এয়ারকন্ডিশনিং-এ যদিও ভেপার কমপ্রেশন সাইকেল ব্যবহৃত হয়। কিন্তু রুম এয়ারকন্ডিশনারের চেয়ে কার এয়ারকন্ডিশনারের ডিজাইন করা হয় বিশেষভাবে উন্নতমানের যন্ত্রাংশ দিয়ে। এর ক্ষমতা রুম এয়ারকন্ডিশনারের চেয়ে বেশি।

১. কোন ধরনের অটো এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেশন সাইকেলে রিসিভার ব্যবহার করা হয়?
২. কোন ধরনের অটো এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেশন সাইকেলে অ্যাকুমুলেটর ব্যবহার করা হয়?
৩. ম্যাগনেটিক ক্লাচের কাজ কী?
৪. রুম এয়ারকন্ডিশনারের চেয়ে কার এয়ারকন্ডিশন ক্ষমতা বেশি প্রয়োজন হয় কেন?
৫. অটো এয়ারকন্ডিশনারের ডিজাইনে বিশেষ বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী?

দ্বাদশ অধ্যায়
স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার
(Split type air Conditioner)

১২.১ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের সংজ্ঞা

স্প্লিট শব্দের অর্থ খণ্ডিত। উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিটের কন্ডেন্সার ভেতরের ও বাইরের অংশ যখন দুটি অংশ বা খণ্ডে বিভক্ত হয়ে দুটি কেসিং-এ আবদ্ধ থাকে তখন তাকে স্প্লিট টাইপএসি বলা হয়। এর একটি অংশ কন্ডেন্সার ভেতরে থাকে এবং এর একটি অংশ কন্ডেন্সার বাইরে থাকে। কন্ডেন্সার ভেতরের অংশকে ইনডোর ইউনিট বা ফ্যান কয়েল ইউনিট বা এয়ার ট্রিটমেন্ট ইউনিট এবং কন্ডেন্সার বাইরের অংশকে আউটডোর ইউনিট বা কনডেনসিং ইউনিট বলে। ইউনিট দুটো পাইপ লাইন দিয়ে সংযোগ করা হয়। তবে সেক্ষেত্রে সুনির্দিষ্ট নিয়মকানুন থাকে যা প্রস্তুতকারকের নির্দেশনায় উল্লেখ থাকে। দুই ইউনিটের দূরত্ব যত কম হয় ইউনিট থেকে তত বেশি আউটপুট পাওয়া যায়।



১. Fan (ফ্যান) ২. Evaporator (ইভাপোরেটর) ৩. Expansion valve (এক্সপ্যানশন ভালভ) ৪. Compressor (কমপ্রেসর) ৫. Condenser (কনডেনসার) ৬. Outdoor (আউটডোর) ৭. Indoor (ইনডোর) ৮. Air (এয়ার)

চিত্র: ১২.১ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার

১২.২ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রণ

শীতাতপ-নিয়ন্ত্রণ কক্ষে ঠান্ডা, শুষ্ক, পরিষ্কার ও বিশুদ্ধ বাতাস একটি নির্দিষ্ট গতিতে সঞ্চালন করা হয়। কারণ খুব জোরে বা কম গতিতে বাতাস সঞ্চালন করা হলে তাতে আরামদায়ক পরিবেশ সৃষ্টি হবে না। সাধারণত নিয়ন্ত্রিত কক্ষে বাতাসের গতিবেগ ৫-৮ মিটার/মিনিট থাকা ভালো। উল্লেখ্য, বাতাসের গতি নির্দিষ্ট পরিমাণ বা নিয়ন্ত্রণ রাখার জন্য বহু গতি বিশিষ্ট নির্দিষ্ট ক্ষমতা ও মাপের ব্লোয়ার এবং গ্রিল ব্যবহার করা হয়।

স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ক্ষেত্রে নিয়ন্ত্রিত কক্ষের বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রণের জন্য ইউনিট চালু হলে ব্লোয়ার কন্ডেন্সার গরম বাতাস সাকশন এয়ার গ্রিল দিয়ে সংগ্রহ করে এবং তা কুলিং কয়েলের (ইভাপোরেটর) সংস্পর্শে

তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ তথা ঠান্ডা হয়ে পুনরায় রিটার্ন ছিলের মাধ্যমে কক্ষ যায়। এক্ষেত্রে বহুগতি বিশিষ্ট ব্রোয়ার গতি নিয়ন্ত্রিত থাকে বলে বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রিত হয় বা আরামদায়ক হয়।

১২.৩ তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ

স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের মতোই থার্মোস্ট্যাট দ্বারা করা হয়। থার্মোস্ট্যাটটি চাহিদামতো রেঞ্জ সেটআপ করা হয়ে থাকে। থার্মোস্ট্যাট-এর দুটি টেম্পারেচার পয়েন্ট থাকে একটি কাট আউট টেম্পারেচার পয়েন্ট অপরটি কাট ইন টেম্পারেচার পয়েন্ট। ইউনিটটি চালানো হলে কিছুক্ষণ চলার পর কক্ষের তাপমাত্রা যখন কাক্ষিত পর্যায়ে আসে অর্থাৎ থার্মোস্ট্যাট-এর কাট আউট রেঞ্জ আসে তখন থার্মোস্ট্যাট কাট আউট হয়ে যায় ফলে কম্প্রসরের ইলেকট্রিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় এবং কুলিং কার্যক্রম বন্ধ থাকে। কিছুক্ষণ বা নির্দিষ্ট সময় বন্ধ থাকার পর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অর্থাৎ তাপমাত্রা থার্মোস্ট্যাটের কাট ইন টেম্পারেচারে এলে তা কন্টাক্ট দেয় ফলে কম্প্রসর চলতে থাকে। এভাবে থার্মোস্ট্যাট বারবার কন্টাক্ট প্রদান এবং বিচ্ছিন্নের মাধ্যমে কম্প্রসরকে চালু এবং বন্ধ করে তাপমাত্রা কাক্ষিত পর্যায়ে নিয়ন্ত্রণ করে। থার্মোস্ট্যাট মূলত দুই ধরনের হয়ে থাকে-

- (১) মেকানিক্যাল থার্মোস্ট্যাট
- (২) ইলেকট্রনিক থার্মোস্ট্যাট।

বর্তমানে স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারে ইলেকট্রনিক থার্মোস্ট্যাট ব্যবহৃত হয়ে থাকে, যা রিমোট দ্বারা পরিচালনা করা হয়।

১২.৪ আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ

মানুষের জন্য আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যপদ পরিবেশ সৃষ্টি করতে বাতাসের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয়। তাই শীতাতপ-নিয়ন্ত্রণের মূল বা প্রধান কাজের মধ্যে একটি হলো আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা। স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ক্ষেত্রে আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করার জন্য আলাদা কোনো ডিভাইস অর্থাৎ ডি-হিউমিডিফায়ার, হিউমিডিস্ট্যাট ব্যবহার করা হয় না। মূলত তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করলে আর্দ্রতা আপনা-আপনি নিয়ন্ত্রিত হয়। অর্থাৎ কুলিং কয়েলে তাপমাত্রা সম্পৃক্ত তাপমাত্রায় এলে এর সংস্পর্শে আসা মাত্র বাতাসের মধ্যে মিশ্রিত জলীয় কণা ঘনীভূত হয়ে দ্রুত জমা হতে থাকে এবং ড্রেন লাইনের মাধ্যমে নির্গত হয়ে থাকে। এভাবে বারবার বাতাস কুলিং কয়েলের উপর দিয়ে সার্কুলেশন হওয়ার ফলে বাতাসের আর্দ্রতা ৪৫%-৫০% এর মধ্যে চলে আসে, যা আরামদায়ক হয়। তবে স্প্লিট টাইপের কোনো প্রকার হিউমিডিটি কন্ট্রোলিং ডিভাইস বা আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র থাকে না বলে কাক্ষিত মাত্রার আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা যায় না।

প্রশ্নমালা-১২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার বলতে কী বোঝায়?
২. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি লেখ।
৩. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি লেখ।
৪. স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ এবং কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের তাপমাত্রা, আর্দ্রতা ও বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিটের কম্প্রের ভেতরের এবং বাইরের অংশ যখন দুটি অংশে বিভক্ত হয়ে দুটি কেসিং-এ আবদ্ধ থাকে এবং দুটি পাইপ লাইনের মাধ্যমে দুটি অংশের মধ্যে সংযোগ দেখা হয় তখন তাকে স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার বলে। দিন দিন স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহার বৃদ্ধি পাচ্ছে।

১. স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের কম্প্রের বাইরের অংশে কী যন্ত্রাংশ থাকে?
২. স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের কম্প্রের ভেতরের অংশে কী যন্ত্রাংশ থাকে?
৩. স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে কেন?
৪. স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের সার্ভিস ভালভের অবস্থান কোথায়?
৫. স্প্লিট এসির সাকশন ও লিকুইড লাইন কখন আলাদাভাবে ইনসুলেশন করা থাকে?

ত্রয়োদশ অধ্যায়
স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপন
(Installation of spilt type air conditioner)

১৩.১ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন

এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের পূর্বে ওই কক্ষের কুলিং লোড ক্যালকুলেশন করতে হয়। এটি একটি জটিল ও দীর্ঘমেয়াদি পদ্ধতি। তাই অধিকাংশ ক্ষেত্রে থামরুল ব্যবহার করে এয়ারকন্ডিশনারের ক্যাপাসিটি নির্ধারণ করা হয়ে থাকে। থামরুল অনুসারে ১০-১১ ফুট উচ্চতা বিশিষ্ট কক্ষের ১২০ বর্গফুট ক্ষেত্রের জন্য এক টন ক্যাপাসিটির স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন করা হয়ে থাকে। কিন্তু এটি থামরুলের সঠিক নিয়ম নয়। থামরুল অনুসারে ক্যাপাসিটি নির্ধারণ করতে ওই কক্ষের অবস্থা ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করা প্রয়োজন। কক্ষটি কোন তলায় অবস্থিত, সূর্যের আলো কতক্ষণ লাগে, ইলেকট্রিক সরঞ্জামাদি কীরূপ, দরজা-জানালা কীরূপ ইত্যাদি দেখে ওই কক্ষের হিট লোড সম্বন্ধে একটি আনুমানিক ধারণা নিতে হবে। যদি হিট লোড বেশি মনে হয় তবে ১২০ বর্গফুট বা তার কম জায়গার জন্য এক টন ক্যাপাসিটির এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন করা যেতে পারে।

১৩.২ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের বিবেচ্য বিষয়

আউটডোর ইউনিট

১. আউটডোর ইউনিটটি এমন স্থানে স্থাপন করতে হবে যাতে পথচারী চলাচলে অসুবিধা না হয়।
২. ইউনিটে যাতে সরাসরি সূর্যের আলো না লাগে সে দিকে খেয়াল রাখতে হবে।
৩. ভিজা, স্যাঁতস্যাঁতে, ময়লা, ধূলাযুক্ত স্থানে কখনও ইউনিটটি স্থাপন করা উচিত নয়।
৪. ইউনিটটির চারপাশের স্থান যেন খোলামেলা হয় সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।
৫. স্থাপনজনিত কারণে যেন শব্দ না হয় সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।
৬. ইউনিটটি এমন স্থানে স্থাপন করতে হবে যাতে অন্য আউটডোর ইউনিটের সামনা-সামনি না পড়ে।
৭. ইনডোর ও আউটডোর সংযোগকারী পাইপের দৈর্ঘ্য ৭৫ ফুট এবং খাড়া উচ্চতা ২০ ফুটের বেশি না হয় সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।

ইনডোর ইউনিট

১. ইউনিটটি এমন স্থানে স্থাপন করতে হবে যাতে নিয়ন্ত্রিত কক্ষের সৌন্দর্যের ব্যাঘাত না ঘটে।
২. ইনডোর ইউনিট থেকে নির্গত বাতাস যাতে সরাসরি দরজার দিকে না যায় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।
৩. সহজে নিয়ন্ত্রণ করা যায় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।
৪. ইউনিটটি এমন স্থানে স্থাপন করতে হবে যাতে বাতাস কক্ষের চারদিকে সমভাবে বন্টন হয়।
৫. ইউনিটটি এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যাতে কক্ষে পানি না আসে।
৬. মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ যাতে সহজ হয় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।

ইলেকট্রিক কানেকশন

১. বিদ্যুৎ উৎস ইউনিটের চাহিদা মোতাবেক হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করে নিতে হবে ফেজ, ভোল্টেজ, কারেন্ট ইত্যাদি।
২. অন্য কোনো ইকুইপমেন্টের সাথে অংশীদার করে এসির বিদ্যুৎ লাইন দেওয়া উচিত নয়।
৩. উপযুক্ত মানের সার্কিট ব্রেকার আছে কিনা সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।
৪. সার্কিটে উপযুক্ত মানের ফিউজ ব্যবহার করা হয়েছে কি না সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।

স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের স্থান নির্বাচন

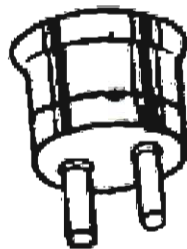
আউটডোর ইউনিট

১. আউটডোর ইউনিটটি যে স্থানে স্থাপন করতে হবে তা যেন ইউনিটটির ভার বহন করতে সক্ষম হয়।
২. স্থানটি এমন হওয়া উচিত, যে স্থানে স্থাপন করলে পথচারীদের চলাচলে ব্যাঘাত না ঘটে।
৩. স্থানটি শুষ্ক, ময়লামুক্ত হতে হবে।
৪. চারপাশে ফাঁকা এবং খোলামেলা এমন একটি স্থান দেখে তা নির্বাচন করতে হবে।
৫. সূর্যের আলো পড়ে না এমন একটি স্থান নির্বাচন করতে হবে। যদি তা সম্ভব না হয় তাহলে শেড দিতে হবে।
৬. রক্ষণাবেক্ষণের ব্যবস্থা রাখতে হবে।

ইনডোর ইউনিট

১. এমন স্থানে স্থাপন করতে হবে যাতে নিয়ন্ত্রিত কক্ষের সৌন্দর্যে ব্যাঘাত না ঘটে।
২. স্থানটি দরজার দিকের দেয়ালে হওয়া আবশ্যিক। যদি একান্ত তা সম্ভব না হয় তাহলে কুলিং ইউনিট থেকে বাতাস যেন সরাসরি দরজায় না যায়।
৩. স্থানটি এমন হবে যেখান থেকে নিয়ন্ত্রণ করা সহজ হয়।
৪. এমন স্থানে স্থাপন করতে হবে যাতে বাতাস সমভাবে বিতরণ করা যায়।
৫. এমন স্থানে স্থাপন করতে হবে যাতে রক্ষণাবেক্ষণে সুবিধা হয়।

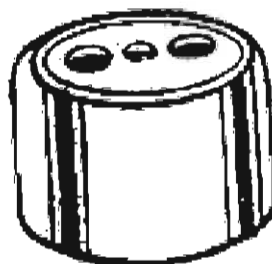
১৩.৩ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার চালানোর বৈদ্যুতিক সংযোগ, সুইচ, সকেট, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদির ডায়াগ্রাম অঙ্কন



Plug



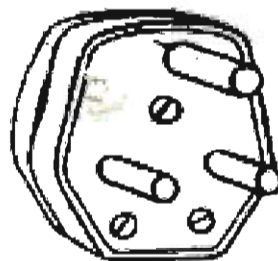
5a Plug



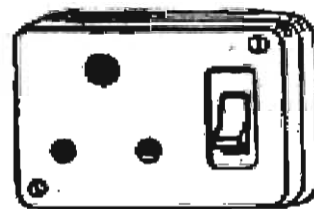
Socket outlet



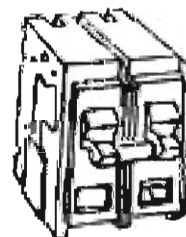
Switch Socket Outlet



15A Plug



15 A Switch Socket outlet



প্রশ্নমালা-১৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন পদ্ধতি লেখ।
২. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের আউটডোর ইউনিট স্থাপনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।
৩. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ইনডোর ইউনিট স্থাপনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।
৪. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সংযোগের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।
৫. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের আউটডোর ইউনিট স্থাপনে স্থান নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।
৬. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের ইনডোর ইউনিট স্থাপনে স্থান নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের বিবেচ্য বিষয়গুলো ধারাবাহিকভাবে লেখ।
২. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার বৈদ্যুতিক সংযোগ দিতে যে সকল সুইচ, সকেট, প্লাগ এবং সার্কিট ব্রেকারের প্রয়োজন হয় সেগুলোর চিত্র অঙ্কন কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন ও স্থাপন নিপুণ হাতের কাজ। এতে তাত্ত্বিক জ্ঞান, ব্যবহারিক কাজের দক্ষতা এবং অভিজ্ঞতার প্রয়োজন। সঠিক ক্ষমতার ইউনিট নির্বাচন ও সঠিকভাবে স্থাপন করতে না পারলে ওই ইউনিট থেকে সঠিক পারফরম্যান্স পাওয়া যায় না এবং নানা প্রকার জটিলতার সম্মুখীন হতে হয়।

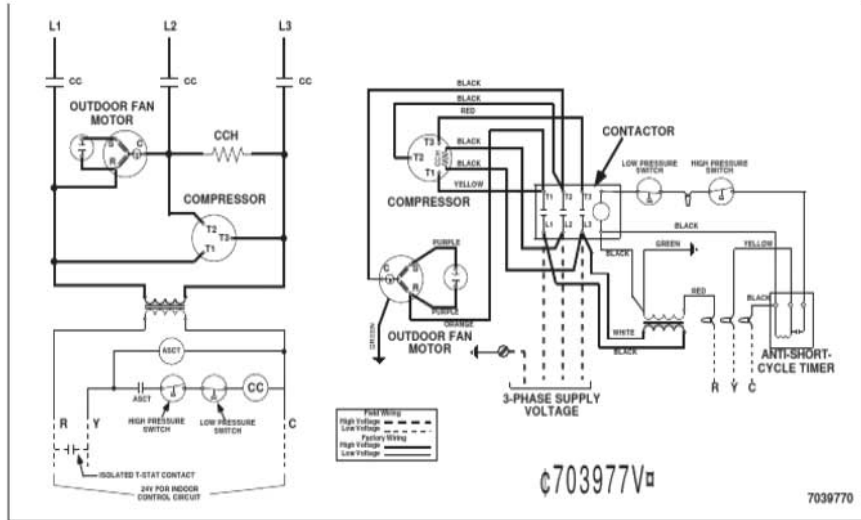
১. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন বলতে কী বোঝায়?
২. ইনডোর ইউনিট স্থাপনে কোন বিষয়টি অগ্রাধিকার দিতে হয়?
৩. আউটডোর ইউনিট স্থাপনে কোন বিষয়টি অগ্রাধিকার দিতে হয়?
৪. সঠিক মাপের এয়ারকন্ডিশনার নির্বাচন বলতে কী বোঝায়?
৫. প্রি চার্জ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার বলতে কী বোঝায়?

চতুর্দশ অধ্যায়
স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সার্কিট ও রক্ষণাবেক্ষণ
(Electrical circuit and maintenance of split type A/C)

১৪.১ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সার্কিট

স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার-এর সার্কিট বর্তমানে ইলেকট্রনিক সিস্টেম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় এবং রিমোট দ্বারা কন্ট্রোলিং সিস্টেম পরিচালনা করা হয়। নিম্নোক্ত ডিভাইস দ্বারা উক্ত সার্কিটটি গঠিত-

১. সার্কিট ব্রেকার
২. ইলেকট্রনিক সার্কিট
৩. ফ্রিজিং সেনসর
৪. টেম্পারেচার সেনসর
৫. ডিসপ্লে
৬. ট্রান্সফরমার
৭. রেকটিফায়ার
৮. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর



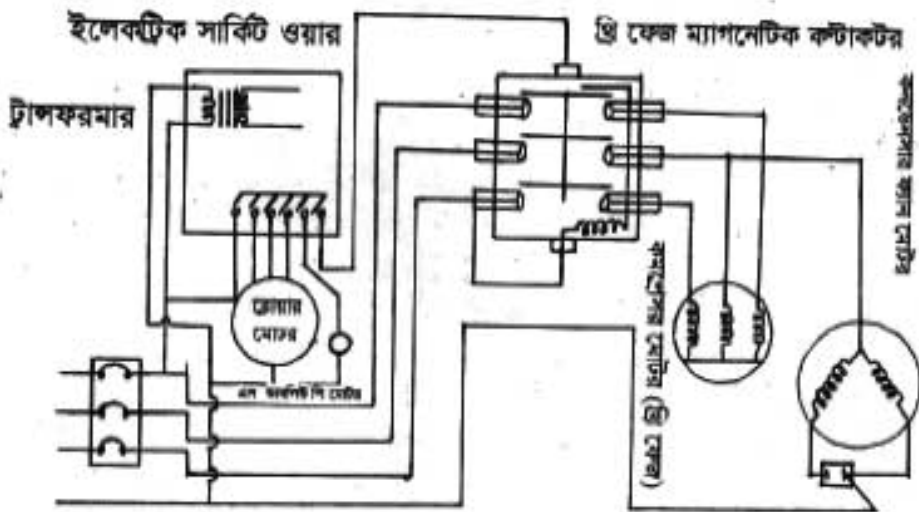
চিত্র: ১৪.১ সিঙ্গেল ফেজ স্প্লিট টাইপ এ/সি বৈদ্যুতিক বর্তনী

বর্ণনা :

সার্কিট ব্রেকার অন করার পর ফেজ এবং নিউট্রাল লাইন ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরে যায় কিন্তু কন্টাক্টরে কয়েল এনার্জাইস্ট না থাকায় সংযোগ কম্প্রেশর থেকে বিচ্ছিন্ন থাকে বা লাইন কন্টাক্টর অতিক্রম করতে পারে না। অপর দিকে চিত্রের ন্যায় সার্কিট ব্রেকার-এর পর থেকে নিউট্রাল এবং ফেজ লাইন দুটি ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল প্যানেলে যায়। সেখান থেকে স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে ভোল্টেজ ২৪ ভোল্ট হয়ে রেকটিফায়ার-এ যায়

কেবলিকারার এ/সি থেকে ডি/সিতে পরিণত হয়ে ইলেকট্রনিক ডিভাইসগুলো চালাতে থাকে। ইনভার্টার ইউনিটের সুইং মোটর এবং প্রোব্রার মোটরের এক প্রান্ত বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনের লিঙ্কট্রান্সে সংযোগ করা হয়।

সরবরাহ লাইন থেকে কেবল বাসবারে ইলেকট্রনিক ডিভাইস তথা সেনসরের সাহায্যে নিয়ন্ত্রিত অর্থাৎ অন-অফ হয়ে সুইং মোটরের অংশ প্রোব্রার এবং প্রোব্রার ক্যান মোটরের হাউ, লো, মিডিয়াম পয়েন্টে সংযোগ দিয়ে ইনভার্টার ইউনিট নিয়ন্ত্রণ করে থাকে। ইলেকট্রনিক ডিভাইসটি কখন বাসবারের C-বিন্দুতে কন্টাক্ট সের তখন ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের কয়েল সংযোগ পায় এবং কয়েল এনার্জিহিষ্ট হয়ে সংযোগ দেয়। কয়েল কমপ্রেসরের কমদ পয়েন্টে এক কমপ্রেসার ক্যান মোটরের কমদ পয়েন্টে কমপ্রেসার এটোর হয়ে সরবরাহ পায় এবং লিঙ্কট্রান্স লাইনটি মিলে-এর কমপ্রেসরের মাধ্যমে এবং ক্যান মোটরের বান এবং স্টার্টিং পয়েন্টে সরবরাহ দেওয়া-কয়েল কমপ্রেসার এক ক্যান মোটর চলতে থাকে। যদি কমপ্রেসরের কয়েল দুর্বল হয়ে যার ফলে টিম্বার ম্যান্ড পটেনশিয়াল মিলে জ্বরা স্টার্ট ক্যানশিটের সংযোগ করতে হবে। ইলেকট্রনিক সিস্টেমে সেনসরগুলো সনাক্তিকরণে কাজ করে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর-এর মাধ্যমে কমপ্রেসরকে অন-অফ করে লাইনাবলো ভাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।



চিত্র: ১৪.২ ডি কোর স্ট্রিট টাইপ এ/সি বৈদ্যুতিক বস্তু

১৪.২ স্ট্রিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের যত্নাবেশন করণ

- (১) এয়ার ফিল্টার পরিষ্কার করা বা পরিবর্তন করা।
- (২) ক্যান মোটরের সুব বোলারিং বখাশিরনে ভেল দেওয়া।
- (৩) সুব বোলারিং সেয়াবত বা পরিবর্তন করা।
- (৪) ক্যানশিটের পরীক্ষা করা এক এয়ারোজম হলে বদলানো।
- (৫) বৈদ্যুতিক লাইন ও সংযোগসমূহ পরীক্ষা ও সেয়াবত করা।
- (৬) ক্যান ব্রড সেয়াবত করা।

- (৭) ইভাপারেটর এবং কনডেনসারের ফিল্ম সোজা করা।
- (৮) সেন্সর বোর্ড পরীক্ষা করা।
- (৯) রিমোট পরীক্ষা করা।
- (১০) ওভারলোড প্রটেক্টর, রিলে, ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর পরীক্ষা করা এবং নষ্ট হলে তা মেরামত বা বদলানো।
- (১১) সরবরাহ ভোল্টেজ পরিমাপ করা।
- (১২) রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করা।

১৪.৩ স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের মাসিক/ বাৎসরিক রক্ষণাবেক্ষণ

মাসিক রক্ষণাবেক্ষণের জন্য কাজ খুব কম-এর মধ্যে ফ্রন্ট গ্রিল এবং ফিল্টার পরিষ্কার করা। পরিষ্কার করার কাজে হালকা ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি ব্যবহার করতে হবে। বৈদ্যুতিক প্লাগ পরীক্ষা করে দেখতে হবে এর তারের সংযোগ ঢিলা কিনা। সংযোগ ঢিলা হলে টাইট করে দিতে হবে। বাৎসরিক রক্ষণাবেক্ষণ বলতে সার্ভিসিং বোঝায়। ইনডোর ইউনিট খুলে প্রথমে কমপ্রেসড এয়ার বা ডাস্ট ব্লোয়ার দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে। ইনডোর ইউনিটের সুইং মোটর, গ্রিল, ব্লোয়ার ফ্যান খুলতে হবে। কুলিং কয়েল আলাদা করতে হবে। সেগুলো আলাদা আলাদা পরিষ্কার করতে হবে এবং ভালোভাবে যাচাই ও পরীক্ষা-নিরীক্ষা করতে হবে। নষ্ট হলে তা বদলাতে হবে।

তারপর নির্মাতার নির্দেশনা মোতাবেক ফিটিং করতে হবে। চালু করে তা পরীক্ষা করতে হবে। বৈদ্যুতিক সংযোগগুলো পরীক্ষা করতে হবে, সেন্সর বোর্ড পরীক্ষা করতে হবে। কার্যদক্ষতা পরীক্ষা করতে হবে। যদি ট্রুটি তাকে তাহলে মেরামত বা বদলাতে হবে। আউটডোর-এর ফ্যান মোটর, ফিল্ম ইত্যাদি কেসিং থেকে আলাদা করতে হবে। ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি দিয়ে কমপ্রেসর পরিষ্কার করে ফেলতে হবে। কমপ্রেসড এয়ার বা ব্লোয়ার দিয়ে শুকাতে হবে। বৈদ্যুতিক কানেকশনসমূহ পরীক্ষা করতে হবে। ট্রুটি হলে তা মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে। পরিশেষে ইনডোর আউটডোর এবং অন্যান্য অংশ পুনঃস্থাপন করে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে। এয়ারকন্ডিশনার চালিয়ে পূর্বের কার্যক্ষমতার সাথে তুলনা করা তথা পারফরম্যান্স যাচাই করতে হবে।

প্রশ্নমালা-১৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনীতে যে সকল অংশ থাকে তাদের নাম লেখ।
২. স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের রক্ষণাবেক্ষণের পদক্ষেপগুলো লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. স্প্লিট টাইপ এসির সিঙ্গেল ফেজ বৈদ্যুতিক বর্তনী অঙ্কন কর।
২. স্প্লিট টাইপ এসির থ্রি ফেজ বৈদ্যুতিক বর্তনী অঙ্কন কর।
৩. স্প্লিট টাইপ এসির বৈদ্যুতিক বর্তনীর বর্ণনা দাও।
৪. স্প্লিট টাইপ এসির মাসিক/বাৎসরিক রক্ষণাবেক্ষণের বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

স্প্লিট টাইপ এসির বৈদ্যুতিক বর্তনী বেশ জটিল। বর্তমানে প্রায় সব স্প্লিট টাইপ এসি রিমোট কন্ট্রোল দিয়ে নিয়ন্ত্রিত হয়। স্প্লিট টাইপ এসির রক্ষণাবেক্ষণও একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ। সঠিক রক্ষণাবেক্ষণের অভাবে এসি থেকে ভালো পারফরম্যান্স পাওয়া যায় না এবং এসির আয়ু কমে যায়।

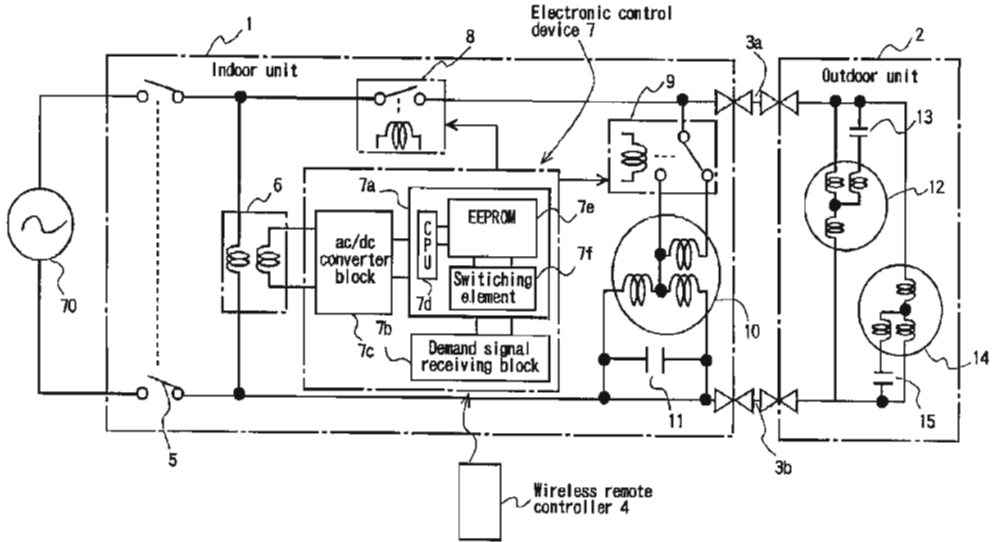
১. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর-এর কাজ কী?
২. রিমোট কন্ট্রোলে কোন ধরনের বিদ্যুৎ ব্যবহার করা হয়?
৩. সেলার কী?
৪. ডিসপেন্স কী?
৫. সঠিক রক্ষণাবেক্ষণের অভাবে স্প্লিট এসির কী সমস্যা হয়?

পঞ্চদশ অধ্যায়
রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার
(Remote Control Type Split A/C)

১৫.১ রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সার্কিট

রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার-এর সার্কিট বর্তমানে ইলেকট্রনিক রিমোট কন্ট্রোল সিস্টেম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় এবং রিমোট দ্বারা কন্ট্রোলিং সিস্টেম পরিচালনা করা হয়। নিম্নোক্ত ডিভাইস দ্বারা উক্ত সার্কিটটি গঠিত-

১. ওয়্যারলেস রিমোট কন্ট্রোলার
২. সার্কিট ব্রেকার
৩. ইলেকট্রনিক সার্কিট
৪. ফ্রিজিং সেন্সর
৫. টেম্পারেচার সেন্সর
৬. ডিসপ্রে
৭. ট্রান্সফরমার
৮. রেকটিফায়ার
৯. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর
১০. সিগনাল রিসিভিং ব্লক



চিত্র: ১৫.১ রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনী

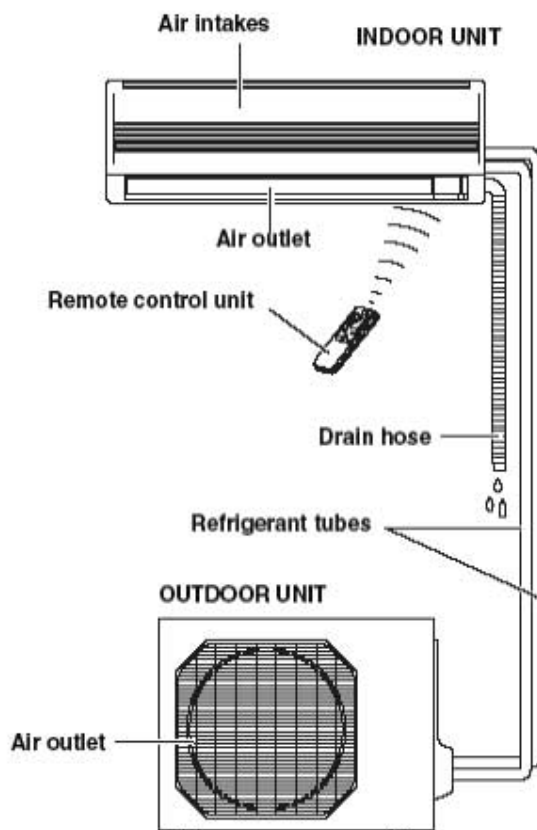
বর্ণনা :

সার্কিট ব্রেকার অন করার পর ফেজ এবং নিউট্রাল লাইন ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরে যায় কিন্তু কন্টাক্টরে কয়েল এনার্জাইস্ট না থাকায় সংযোগ কমপ্রেসর থেকে বিচ্ছিন্ন থাকে বা লাইন কন্টাক্টর অতিক্রম করতে পারে না। অপর দিকে চিত্রের ন্যায় সার্কিট ব্রেকার এর পর থেকে নিউট্রাল এবং ফেজ লাইন দুটি ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল প্যানেলে যায়। সেখান থেকে স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে ভোল্টেজ ২৪ ভোল্ট হয়ে রেকটিফায়ার-এ যায় রেকটিফায়ার এ/সি থেকে ডি/সি তে পরিণত হয়ে ইলেকট্রনিক ডিভাইসগুলো চালাতে থাকে। ইনডোর ইউনিটের সুইং মোটর এবং ব্লোয়ারের মোটরের এক প্রান্ত বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনের নিউট্রালে সংযোগ করা হয়।

সরবরাহ লাইন থেকে ফেজ বাসবারে ইলেকট্রনিক ডিভাইস তথা সেন্সরের সাহায্যে নিয়ন্ত্রিত অর্থাৎ অন-অফ হয়ে সুইং মোটরের অপর প্রান্তে এবং ব্লোয়ার ফ্যান মোটরের হাই, লো, মিডিয়াম পয়েন্টে সংযোগ দিয়ে ইনডোর ইউনিট নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

ওয়ারারলেস রিমোট কন্ট্রোলার ডিভাইসটি যখন সিগনাল রিসিভিং ব্লক এনার্জাইস্ট করেতখন ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের কয়েলে সংযোগ পায় এবং কয়েল এনার্জাইস্ট হয়ে সংযোগ দেয়। ফলে কমপ্রেসরের কমন পয়েন্ট এবং কনডেনসার ফ্যান মোটরের কমন পয়েন্টে ওভার-লোড প্রটেক্টর হয়ে সরবরাহ পায় এবং নিউট্রাল লাইনটি রিলে এর কমপ্রেসরের মাধ্যমে এবং ফ্যান মোটরের রান এবং স্টার্টিং পয়েন্টে সরবরাহ দেয়। ফলে কমপ্রেসর এবং ফ্যান মোটর চলতে থাকে। যদি কমপ্রেসরের কয়েল দুর্বল হয়ে যায় তবে চিত্রের ন্যায় পটেনশিয়াল রিলে দ্বারা স্টার্ট ক্যাপাসিটর সংযোগ করতে হবে।

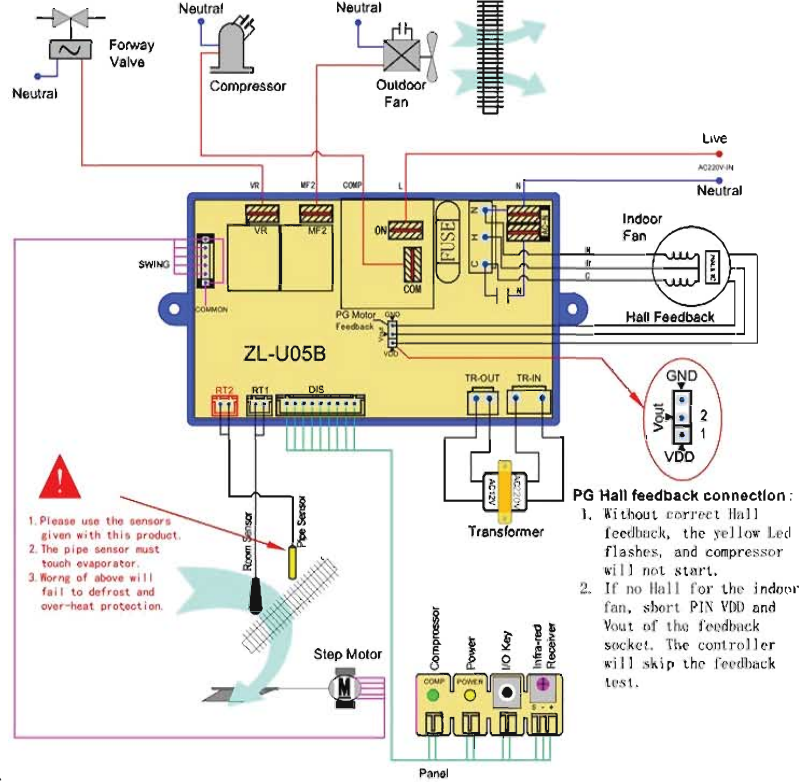
ইলেকট্রনিক সিস্টেমে সেন্সরগুলো স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজ করেওয়ারলেস রিমোট কন্ট্রোলার-এর মাধ্যমে-কমপ্রেসরকে অন-অফ করে চাহিদা মতো তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।



চিত্র: ১৫.২ স্প্লিট টাইপ এ/সি

১৫.২ রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের পিসিবি বোর্ডে ফ্যান পয়েন্ট

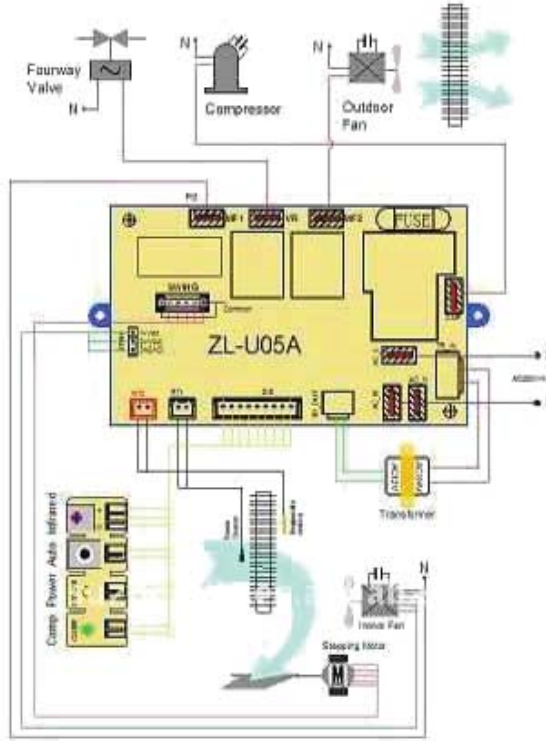
রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের পিসিবি বোর্ডে ফ্যান পয়েন্ট নিম্নে দেখানো হলো-



চিত্র: ১৫.৩ রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের পিসিবি বোর্ডে ফ্যান পয়েন্ট

১৫.৩ রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের পিসিবি বোর্ডে কম্প্রেশর পয়েন্ট

রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের পিসিবি বোর্ডে কম্প্রেশর পয়েন্ট নিম্নে দেখানো হলো-



চিত্র: ১৫.৪ রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের পিসিবি বোর্ডে কম্প্রেশর পয়েন্ট

১৫.৪ রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহারিক ক্ষেত্র :

রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার সাধারণত নিম্নবর্ণিত ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

১. বাণিজ্যিক অফিস কক্ষ
২. ব্যাংক
৩. হোটেল
৪. মডার্ন রেস্টুরেন্ট
৫. রিসিপশন রুম
৬. দস্তাবাস
৭. ডিপার্টমেন্টাল স্টোর
৮. মসজিদ বা উপাসনালয়
৯. কন্ট্রোল রুম প্রভৃতি

প্রশ্নমালা-১৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার-এর সার্কিট বর্তমানে কী দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়?
২. রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনার-এর সার্কিট বর্তমানে কী দ্বারা পরিচালনা করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. ইলেকট্রনিক সিস্টেমে সেগরগুলো কীভাবে কাজ করে?
২. রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের তিনটি ব্যবহারিক ক্ষেত্র লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক সার্কিট লেখ।
২. রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের পিসিবি বোর্ডে ফ্যান পয়েন্ট দেখাও।
৩. রিমোট কন্ট্রোলটাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের ব্যবহারিক ক্ষেত্র দেখাও।

ষষ্ঠদশ অধ্যায়
ইনডাইরেক্ট (চিলার টাইপ) এয়ারকন্ডিশনিং
(Indirect (Chiller Type) A/C)

১৬.১ চিলার :

চিলার এক ধরনের অসংখ্য সোজা টিউব নিয়ে গঠিত ইনডাইরেক্ট ঠান্ডাকরণ পদ্ধতি, যার সাহায্যে যে কোনো মালামাল দ্রুত ঠান্ডা করা যায়। এটির দক্ষতা বেশি এবং হিমায়ক কম লাগে।

১৬.২ চিলারের প্রকারভেদ

চিলার প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

১. এয়ার কুল্ড চিলার।
২. ওয়াটার কুল্ড চিলার।

ঠান্ডা-করণের উপর ভিত্তি করে চিলার দুই প্রকার হয়। যথা-

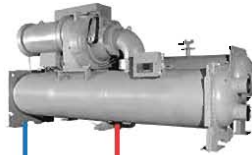
১. ডাইরেক্ট চিলার।
২. ইনডাইরেক্ট চিলার।

DIRECT SYSTEM

Closed Loop
Cooling Tower



Chiller



Air Handler

CW Coil



Chilled
Water Pump



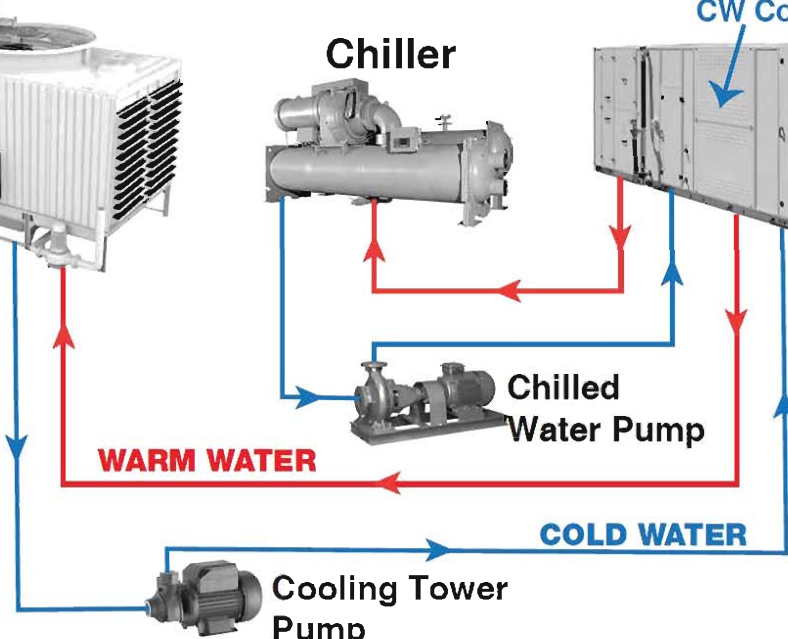
WARM WATER

COLD WATER

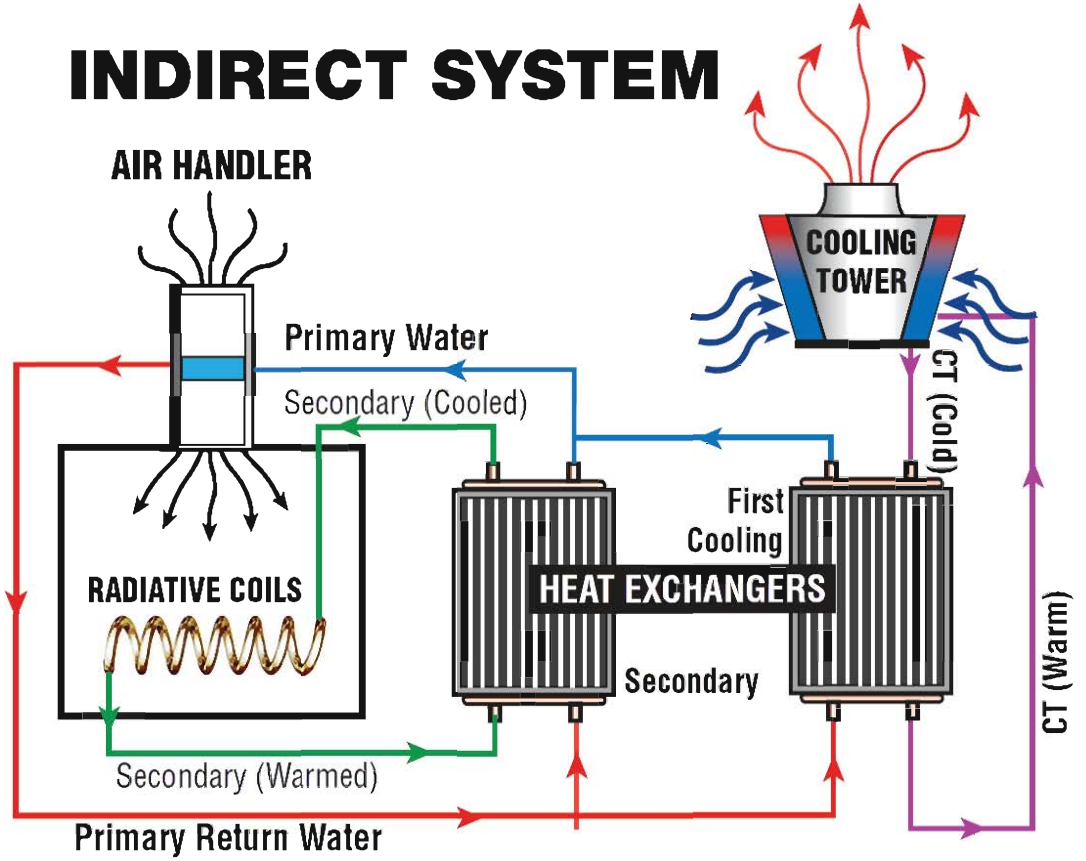
Cooling Tower
Pump



ডাইরেক্ট চিলার



INDIRECT SYSTEM



ইনডাইরেক্ট চিলার

এছাড়া হিমায়ক-এর প্রবাহের উপর ভিত্তি করে চিলারকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১. শেল অ্যান্ড টিউব চিলার
২. স্প্রে টাইপ চিলার

শেল অ্যান্ড টিউব চিলার (Shell and tube chiller)

শেল অ্যান্ড টিউব চিলার অধিক দক্ষতা-সম্পন্ন এবং সর্বনিম্ন জায়গা দখল করে। রক্ষণাবেক্ষণও খুব সহজ এবং যে কোনো তরল ঠান্ডা করার উপযোগী। এসব কারণে শেল অ্যান্ড টিউব চিলার ব্যাপক ব্যবহৃত হয়। শেল অ্যান্ড টিউব চিলারটি ড্রাই বা ফ্লাডেড টাইপ হতে পারে। শেলের ভেতর অসংখ্য সোজা টিউব থাকে। টিউবের ভেতর হিমায়ক বা তরল প্রবাহিত হয়। যখন চিলার ফ্লাডেড টাইপ হয় তখন টিউবের ভেতর দিয়ে তরল প্রবাহিত হয় এবং হিমায়ক শেলের মধ্যে থাকে। টিউবগুলো তরল হিমায়কের মধ্যে ডুবানো থাকে।

আর যদি এটি ড্রাই টাইপ হয় তাহলে হিমায়ক টিউবের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং তরল পদার্থ শেলের ভেতর এবং টিউবের বাইরে ঠান্ডা হয়। উভয় ক্ষেত্রেই শেলের সাথে হিমায়ক ও তরলের পাইপ সংযোগ থাকে। চিলারে তরল পদার্থ (চিলার তরল পদার্থ) সঞ্চালনের জন্য একটি সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প থাকে। শেল অ্যান্ড টিউব চিলারে শেলের ব্যাস ১৫০ মিমি থেকে ১০৫ মিটার পর্যন্ত হতে পারে। টিউবের সংখ্যা ৫০ থেকে কয়েক হাজার হতে পারে। ড্রাই টাইপ শেলের বেলায় যাতে তরল সরাসরি প্রবাহ করতে না পারে সেজন্য টিউবের ওপর সেগমেন্ট বাফল (Segment baffle) থাকে। টিউবের ব্যাস ১৬ থেকে ৫০ মিমি এবং লম্বায় ১.৫ থেকে ৬ মিটার হতে পারে। অ্যামোনিয়া হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হলে টিউব স্টিলের তৈরি হয় কিন্তু অন্য যে কোনো হিমায়কের জন্য তামার তৈরি হয়। সাধারণ ড্রাই এক্সপানশন টাইপ চিলার ছোট থেকে মাঝারি ক্ষমতার প্লান্টে ব্যবহৃত হয়। ক্ষমতা ২ টন থেকে ২৫০ টন হয়। ফ্লাডেড চিলার ক্ষমতায় ১০ টন থেকে কয়েক হাজার টন পর্যন্ত হতে পারে।

স্প্রে টাইপ চিলার (Spray type chiller) :

স্প্রে টাইপ চিলার অনেকটা ফ্লাডেড চিলারের মতো। তবে পার্থক্য হলো এখানে শেলের মধ্যে তরল হিমায়ক আলাদা একটি স্প্রেয়ারের মধ্যে স্প্রে করা হয়।

একটি পাম্প শেলের তলা থেকে তরল হিমায়ক টেনে শেলের ভিতর উপরের দিকে স্প্রেয়ারে দেয়। স্প্রে নজলগুলো টিউবের ওপর বসানো থাকে। এ ব্যবস্থার ফলে অল্প হিমায়ক ব্যবহার করেও টিউবগুলো সব সময় হিমায়কের সাহায্যে ভিজিয়ে রাখা সম্ভব হয়। স্প্রে টাইপ চিলারের প্রধান সুবিধা হলো- যে কোনো মালামাল দ্রুত ঠান্ডা করা যায়, দক্ষতা বেশি এবং হিমায়ক কম লাগে। অসুবিধা হলো স্থাপন ব্যয় বেশি এবং একটি আলাদা পাম্প লাগে।

১৬.৩ চিলারের ব্যবহারিক ক্ষেত্র

চিলারের সাধারণত নিম্নবর্ণিত ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

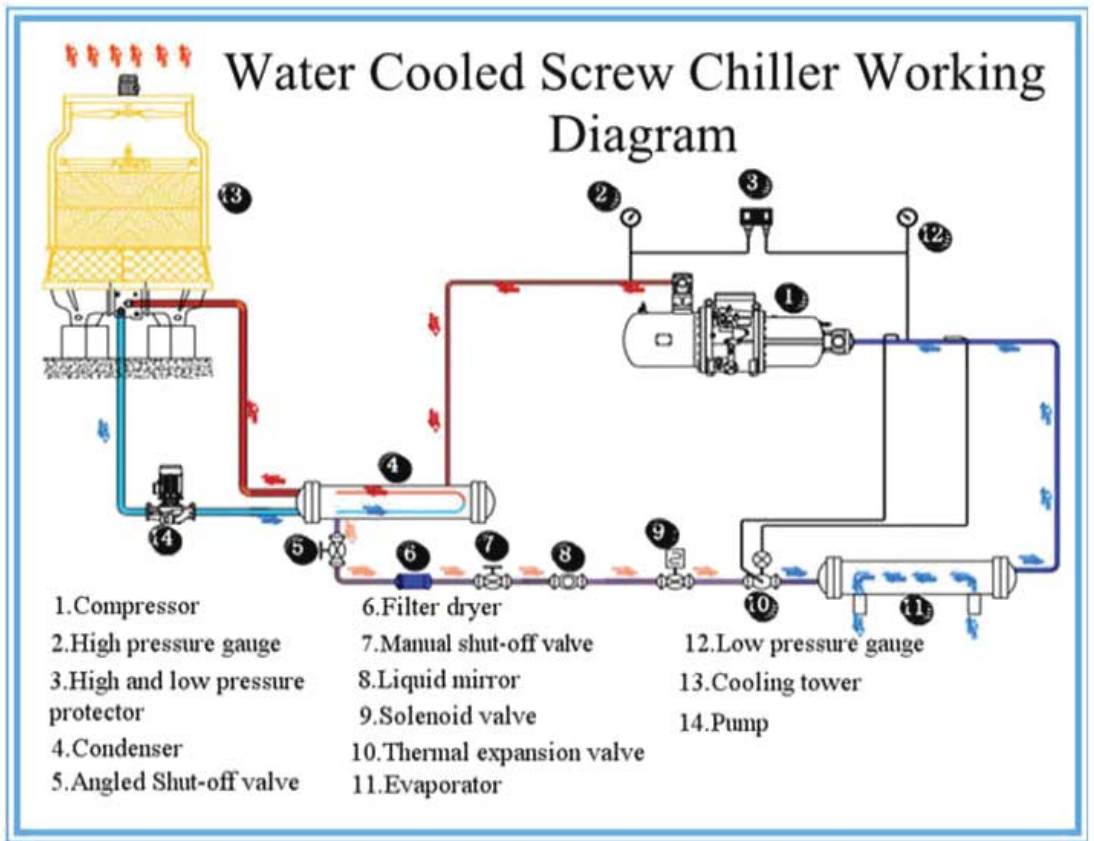
১. কোল্ড স্টোরেজ
২. বাণিজ্যিক অফিস কক্ষ
৩. ব্যাংক
৪. হোটেল
৫. মডার্ন রেস্টুরেন্ট
৬. দূতাবাস
৭. ডিপার্টমেন্টাল স্টোর
৮. কন্ট্রোল রুম প্রভৃতি

১৬.৪ চিলারের ধ্রোজনিয়তা

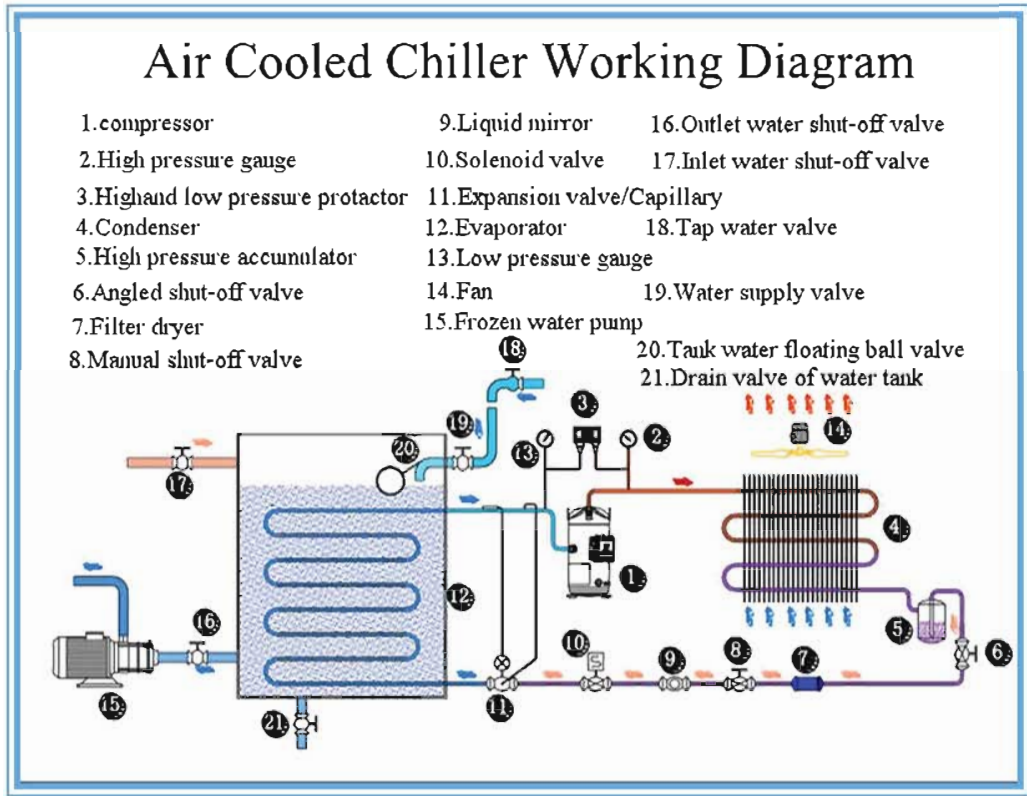
সাধারণত নিম্নবর্ণিত ক্ষেত্রে চিলারের ধ্রোজনিয়তারয়েছে-

- যে কোনো মালামাল দ্রুত ঠান্ডা করা ।
- বৃহৎ স্থান ঠান্ডা করার ক্ষেত্রে ।
- কোনো উত্তম যন্ত্রপাতির ব্যবহারের ক্ষেত্রে ।
- অক্সিজেন বা বায়ুজটিল স্থান ঠান্ডা করার ক্ষেত্রে

১৬.৫ চিলারের মেকানিক্যাল ডায়াগ্রাম



চিত্র: ১৬.১ চিলারের মেকানিক্যাল ডায়াগ্রাম (ওয়াটার কুল্ড)



চিত্র: ১৬.১ চিলারের মেকানিক্যাল ডায়াগ্রাম (এয়ার কুল্ড)

প্রশ্নমালা

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. চিলার কাকে বলে?
২. চিলার প্রধানত কত প্রকার?
৩. শেল অ্যান্ড টিউব চিলার কী টাইপের হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. চিলার কত প্রকার ও কী কী?
২. শেল অ্যান্ড টিউব চিলারের বর্ণনা দাও।
৩. স্প্রিং টাইপ চিলারের বর্ণনা দাও।

ଦ୍ୱିତୀୟ ପତ୍ର
ଦଶମ ଶ୍ରେଣି
ବିଷୟ କୋଡ-୯୨୧୫

ବ୍ୟବହାରିକ

ব্যবহারিক-১

সাইক্লোসেন্ট্রিক চার্টের মাধ্যমে বাতাসের আর্দ্রতা শিথিরাক এনথালপি ও জলীয় বাষ্পের পরিমাণ নির্ণয় করার লক্ষ্যে অর্জনকরণ

সামগ্রিক: ক) সাইক্লোসেন্ট্রিক চার্ট খ) খাতা গ) পেনসিল ইত্যাদি।

যন্ত্রপাতি: ট্রিং সাইক্লোসেন্ট্রিক

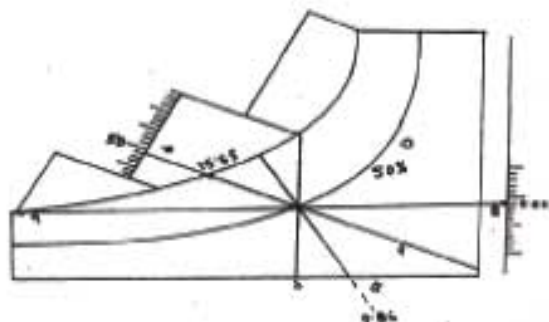
কাজের ধাপ

ক) ট্রিং সাইক্লোসেন্ট্রিকের ওয়েট বাষ্প খার্মোমিটারে প্রচালনো কাপড় তিনটি অথবা তিনটি পায়ে পানি দিয়ে সাইক্লোসেন্ট্রিককে ১ মিনিট সময় ধরে ঘুরাতে হবে। তারপর ড্রাই ও ওয়েট বাষ্প তাপমাত্রার পাঠ সঠিকভাবে গ্রহণ করে খাতায় লিখে রাখতে হবে। খ) সাইক্লোসেন্ট্রিক চার্টে ড্রাই ও ওয়েট বাষ্প তাপমাত্রা যথাক্রমে উপরের দিকে ৯০ (সে) ও নিচের দিকে ৩০ কেলসে রেখাগুলো বর্ধিত করলে যে বিন্দুতে মিলিত হবে সেটিই নির্ণয় হলে বিন্দু (চিত্র: ১.১)



ব্যবহারিক চিত্র: ১.১ সাইক্লোসেন্ট্রিক চার্টে ড্রাই ও ওয়েট বাষ্প তাপমাত্রা স্থাপন

গ) চার্ট থেকে হো বিন্দুর অনুভূমিক রেখার মূল পাশের ফেল থেকে আংশিক আর্দ্রতা (জলীয় বাষ্প) ও একই রেখার বাম পাশের ফেল থেকে শিথিরাক, এনথালপি ফেল থেকে এনথালপি এবং ডেডারের বাঁকা ফুলনীয় আর্দ্রতা সঠিক থেকে ফুলনীয় আর্দ্রতা নির্দেশিতভাবে নির্ণয় করতে হবে (চিত্র: ১.২)।



ব্যবহারিক চিত্র : ১.২ সাইক্লোসেন্ট্রিক চার্টে বাতাস বিভিন্ন সাইক্লোসেন্ট্রিক উপাদান নির্ণয়করণ

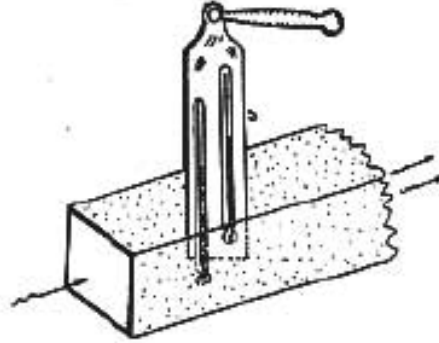
ব্যবহারিক-২

শীতাতপ নিয়ন্ত্রিত ফেরত ও সরবরাহকৃত বাতাসের তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা নির্ণয় করার লক্ষ্যে অর্জনকরণ
মাপদাণ: ক) সাইক্লোমেট্রিক চার্ট খ) থার্মা প) থের্মিস্টা য) ডাকট ইত্যাদি।

বায়ুগতি: নিম্ন সাইক্লোমেট্রিক

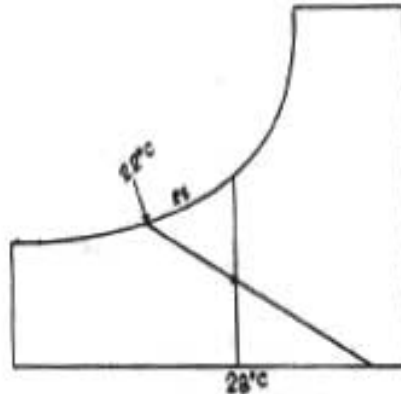
কাজের ধাপ

ক) সাইক্লোমেট্রিককে ১ মিনিট বায়ত ঘুরিয়ে ফেরত ডাকটের মধ্যে সুবিধাজনক স্থানে স্থাপন করতে হবে। ফেরত
বাতাসের দ্রুত বায় ওয়েট বায় তাপমাত্রার পাঠ গ্রহণ করতে হবে। যদ্যপি উক্ত তাপমাত্রা X° ও $Y^{\circ}C$



ব্যবহারিক চিত্র: ২.১ ডাকটের মধ্যে সাইক্লোমেট্রিক স্থাপন

খ) অনুসরণভাবে সাইক্লোমেট্রিক ঘুরিয়ে সরবরাহকৃত বাতাসের সংস্পর্শে নিয়ে দ্রুত ও ওয়েট বায় তাপমাত্রা
নির্ণয় করতে হবে। যদ্যপি, উই তাপমাত্রা পাঠ মান X° ও $Y^{\circ}C$



ব্যবহারিক চিত্র: ২.২ সাইক্লোমেট্রিক চার্টের পাঠ দ্রুত ও ওয়েট বায়-এর মান স্থাপন

প) সাইক্লোমেট্রিক চার্টের বহুবাহু রেখার ফেরত ও সরবরাহকৃত বাতাস থেকে পাঠ দ্রুত ও ওয়েট বায়
তাপমাত্রাগুলো স্থাপন করতে হবে এবং বাতাসের অবস্থান দেখাতে হবে।

ঘ) আংশিক আর্দ্রতা সাইক্লোমেট্রিক সাহায্যে ফেল হতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ নির্ণয় করতে হবে এবং বাক্য ফুলসীর
আর্দ্রতা সাইক্লোমেট্রিক সাহায্যে ফেল হতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ নির্ণয় করতে আসের পার্থক্য দেখাতে হবে।

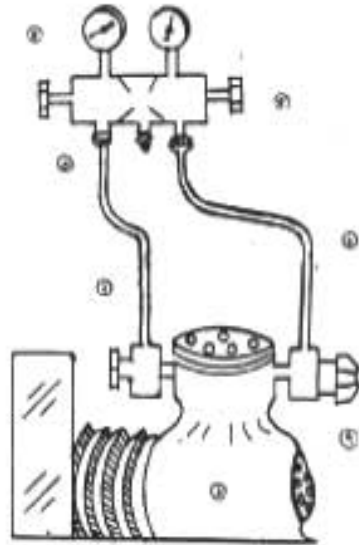
ব্যবহারিক-৩ লেবি সিলড কম্প্রেসর পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

সামগ্রী: লেবি সিলড কম্প্রেসর

বস্তুগত: ক) ডাবল পেন্স মেনিফোল্ড খ) অ্যাডজাস্টাবল ব্রেক য) বৈদ্যুতিক লাইন ড) চার্জিং হোজ পাইপ ইত্যাদি।

কাজের ধাপ

ক) সার্ভিস ভালভ-এর সাথে হোজ পাইপ পেন্স মেনিফোল্ডের সংযোগ দিতে হবে। অর্থাৎ সাকশন সার্ভিস ভালভ এর সাথে কম্পাইড পেন্স এক্স ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ-এর সাথে হাইড্রোলিক পেন্স সংযোগ দিতে হবে। খ) কম্প্রেসর চালু করতে হবে। গ) হাই-প্রেসার পেন্সের ডিসচার্জ প্রেসার লক্ষ্য করতে হবে। ঘ) যদি প্রেসার কাঙ্ক্ষিত মানের (প্রকল্পকর্মকের নির্দেশিত মানের থাকে) তবে কম্প্রেসর ভালো আছে। ঙ) কম্প্রেসর বন্ধ করলে যদি প্রেসার উল্লেখযোগ্য দ্বায়ে হ্রাস পা পায়, তবে সুকাজে হবে ভালভ ঠিক আছে অর্থাৎ ভালভে কোনো লিক নেই।



১. কম্প্রেসর ২. লো সাইড চার্জিং হোজ ৩. লো সাইড পোর্ট ৪. পেন্স মেনিফোল্ড ৫. হ্যাড ভালভ ৬. হাই সাইড চার্জিং হোজ ৭. কম্প্রেসর সার্ভিস ভালভ

ব্যবহারিক টিপ : ৩.১ লেবি সিলড কম্প্রেসর পরীক্ষাকাল

ব্যবহারিক-৪

সেমি সিলড কমপ্রেসর বিয়োজন করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ১. সেমি সীলড কমপ্রেসর

২. ট্রে

যন্ত্রপাতি:

- ক) অ্যাডজাস্টাবল রেশ্ব
- খ) সকেট রেশ্ব
- গ) বিভিন্ন মাপের অ্যালেন কি
- ঘ) সিল পুলার
- ঙ) হ্যামার ইত্যাদি।

কাজের ধাপ

ক) কমপ্রেসরটিকে একটি পরিষ্কার টেবিলের উপর রাখতে হবে।

খ) প্রয়োজনীয় টুলস ব্যবহার করে কম্প্রেসর হেড, ভালভ প্লেট, গ্যাসকেট, মোটরের গাইড কভার, শ্যাফট থেকে পিস্টন, কমপ্রেসর বডি থেকে শ্যাফট, পিস্টন পিন, পিস্টন রিং, থ্রাস্ট নাট, সিল প্রভৃতি করতে হবে।

গ) যন্ত্রাংশগুলো একটি পরিষ্কার ট্রেতে রেখে কেরোসিন বা পেট্রোল দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।

ব্যবহারিক-৫

সেমি সিলড কমপ্রেসর সংযোজন করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

- ক) সেমি সিলড কমপ্রেসর বিচ্ছিন্ন করার যন্ত্রাংশসমূহ
- খ) ট্রে
- গ) গ্যাসকেট
- ঘ) ইমারি ক্লথ
- ঙ) লুব অয়েল

যন্ত্রপাতি:

- ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ
- খ) সকেট রেঞ্চ
- গ) বিভিন্ন মাপের অ্যালেন কি
- ঘ) সিল পুলার
- ঙ) হ্যামার
- চ) গ্যাসকেট কাটার ইত্যাদি

কাজের ধাপ

- ক) যন্ত্রাংশগুলো ভালোভাবে পরিষ্কার করতে হবে।
- খ) এরপর যন্ত্রাংশগুলো একটি পরিষ্কার ট্রেতে রাখতে হবে।
- গ) ক্র্যাংক শ্যাফট স্থাপন করে শ্যাফট সিল ও লাগাতে হবে।
- ঘ) এরপর জার্নালের সাথে পিস্টন লাগাতে হবে এবং পিস্টন রিং লাগাতে হবে।
- ঙ) বেয়ারিং বা বুশ সেট করার সময় লুব অয়েল ব্যবহার করতে হবে।
- চ) ক্র্যাংক শ্যাফট ও পিস্টন লাগানোর পর ভালভ প্লুট ও গ্যাসকেট কেটে লাগাতে হবে।
- ছ) সবশেষে সিলিভার হেড লাগাতে হবে।
- জ) কমপ্রেসর সংযোজনের সময় স্ক্রু, নাট, বোল্ট ভালোভাবে টাইট দিতে হবে।

ব্যবহারিক-৬

এয়ার কুল্ড কনডেনসার রক্ষণাবেক্ষণ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

১. এয়ার কুল্ড কনডেনসার
২. বালতি
৩. পানি
৪. ডিটারজেন্ট

যন্ত্রপাতি:

- ক) এয়ার ব্লোয়ার
- খ) নেকড়া
- গ) ফিল্স কম্ব
- ঘ) জু ড্রাইভার
- ঙ) সকেট রেঞ্চ
- চ) ব্রাশ

কাজের ধাপ

ক) এয়ার ব্লোয়ার বা চাপযুক্ত বাতাস দিয়ে কনডেনসারের আলগা ধুলাবালু পরিষ্কার করতে হবে। নেকড়া ব্যবহার করে কনডেনসারে পরিষ্কার করতে হবে।

খ) উচ্চ চাপের পানি কনডেনসারে স্প্রে করে পরিষ্কার করতে হবে।

গ) কঠিন ময়লা পরিষ্কার করার জন্য পানিতে সামান্য ডিটারজেন্ট মিশিয়ে কনডেনসারে প্রয়োগ করতে হবে। প্রয়োজনে সম্ভাব্য স্থানে ব্রাশ ব্যবহার করতে হবে।

ঘ) পরিষ্কার পানি দিয়ে কনডেনসার ধুয়ে ফেলতে হবে।

ঙ) এয়ার ব্লোয়ার দিয়ে কনডেনসার দ্রুত শুকিয়ে ফেলতে হবে।

চ) ফিল্স বাঁকা থাকলে তা ফিল্স কম্ব দিয়ে সোজা করতে হবে।

ব্যবহারিক-৭

শেল অ্যান্ড টিউব কনডেনসার রক্ষাবেক্ষণ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মাল্যমান:

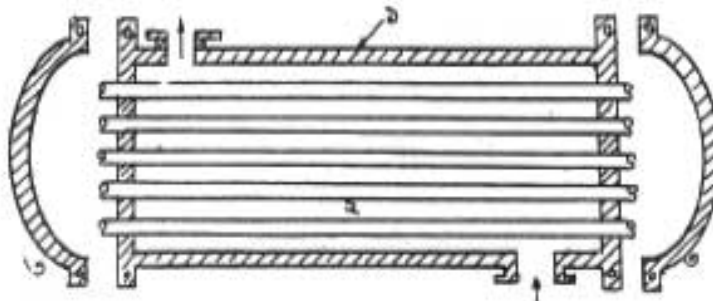
১. শেল অ্যান্ড টিউব কনডেনসার
২. কাশফের নেকড়া
৩. পানি

যন্ত্রপাতি :

- ক) অ্যান্ডমান্টোবল ব্রেক
- খ) সকেট রেক
- গ) পাওয়ার চালিত ওয়ারি ব্রাশ ইত্যাদি

কর্মের ধাপ

- ক) একত্রে কনডেনসারের সাথে সংযুক্ত ওয়ারি ব্রাশের সার্কুলেটিং পাশসমূহ বন্ধ করে হিসাবন ইন্সপেক্ট বন্ধ করতে হবে।
- খ) ওয়ারি ব্রাশের সার্কুলেটিং লাইনের ইনলেট ও আউটলেট ভালক বন্ধ করতে হবে।
- গ) কনডেনসারের শেল-এর উভয় দিকের কনডেনসার মাল্ট-বোর্ড খুলে কনডেনসারের বিজ্ঞপ্তি করতে হবে।
- ঘ) বিশেষ করনের পাওয়ার চালিত ওয়ারি ব্রাশ, কাশফের নেকড়া, পানি দিয়ে কনডেনসারের প্রতিটি টিউবের অভ্যন্তরের সার্কুলেটিং যত্নে ময়লা বা ফেল অপসারণ করতে হবে।
- ঙ) টিউবগুলোর ভেতর দিয়ে সলোনে পানি-এবং মাল্ট দিয়ে লিফে অবশিষ্ট ময়লা পরিষ্কার করতে হবে।
- চ) শেলের বাইরের ও ভেতরের সার্কুলেটিং ময়লা অপসারণ করে এটার কন্ট্রল সংযোগ করে নটি লাগাতে হবে।
- জ) ওয়ারি ব্রাশের সার্কুলেটিং লাইনের ইনলেট ও আউটলেট ভালক খুলে দিয়ে প্রাক্ট পুনরায় চালু করতে হবে।



১. শেল ২. টিউব ৩. কন্ট্রল

ব্যবহারিক ট্রিজ: ৭.১ শেল অ্যান্ড টিউব কনডেনসার রক্ষাবেক্ষণকরণ

ব্যবহারিক-৮

ইভাপোরেটিভ কনডেনসার রক্ষণাবেক্ষণ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

১. একটি ইভাপোরেটিভ কনডেনসার
২. নেকড়া
৩. ওয়াটার পাম্প
৪. ডিটারজেন্ট

যন্ত্রপাতি:

- ক) ব্রোয়ার ফ্যান
- খ) নজল ক্লিনার
- গ) ব্রাশ
- ঘ) অ্যাডজাস্টাবল রেঞ্চ
- ঙ) সকেট রেঞ্চ ইত্যাদি

কাজের ধাপ

- ক) কনডেনসারের ইনলেট পোর্ট বন্ধ করে ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভের হাই-প্রেসার গেজ পোর্ট খুলে দিতে হবে। কনডেনসারের আউটলেট পোর্ট এবং ইভাপোরেটরের ইনলেট পোর্ট বন্ধ করে সাকশন লাইনে সংযুক্ত বাইপাস লাইনের পোর্ট খুলে দিয়ে কিছুক্ষণ কমপ্রেসর চালিয়ে সকল হিমায়ক কনডেনসার হতে বের করতে হবে। কনডেনসার হতে হিমায়ক পূর্ণরূপে বের হওয়ার পর বাইপাস লাইনের আউটলেট পোর্ট বন্ধ করে প্লান্ট হতে কনডেনসার পৃথক করতে হবে। কনডেনসারে সাইড কভার (যদি থাকে) খুলতে হবে।
- খ) নেকড়া, ব্রাশ, পানি প্রভৃতি দিয়ে ভেতর ও বাইরের অংশ ভালোভাবে পরিষ্কার করতে হবে।
- গ) কনডেনসারে ব্যবহৃত ফ্যান ও ফ্যান মোটর চাপযুক্ত বাতাস, নেকড়া দিয়ে ভালোভাবে পরিষ্কার করতে হবে।
- ঘ) নজলের সূক্ষ্ম রক্ত ক্লিনার চুকিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।
- ঙ) ওয়াটার পাম্প ব্রোয়ার বা নেকড়া দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।
- চ) মেকআপ ওয়াটার লাইন সংযোগ পরীক্ষা করতে হবে।
- ছ) সকল যন্ত্রাংশ পূর্বের মতো পুনঃস্থাপন করতে হবে।
- জ) প্লান্ট চালিয়ে প্লান্টের অবস্থা অনুধাবন করতে হবে। ঠিকমতো কাজ না করলে ঠিকমতো কাজ করার ব্যবস্থা নিতে হবে।

ব্যবহারিক-৯

ইভাপোরেটর সার্ভিসিং করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

১. ইভাপোরেটর
২. নেকড়া
৩. চাপযুক্ত বাতাস
৪. ডিটারজেন্ট

যন্ত্রপাতি:

- ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেশ
- খ) সকেট রেশ
- গ) ক্রু ড্রাইভার
- ঘ) হ্যামার
- ঙ) প্রায়ার্স
- চ) এয়ার ব্রোয়ার ইত্যাদি

কাজের ধাপ

ক) পাম্প ডাউন: পাম্প ডাউন করে প্লান্ট-এর রিসিভারে প্লান্টের সকল রেফ্রিজারেন্ট সংরক্ষণ করে আটকিয়ে ফেলতে হবে। নাট-বোল্ট খুলে ইভাপোরেটরের চিল্ড ওয়াটার সরবরাহকারী পাম্প, প্লান্ট হতে খুলতে হবে।

খ) ফিল্টার মেরামত: পর্যায়ক্রমে এয়ার ফিল্টার, ফ্যান মোটর ও ইভাপোরেটর পৃথক করতে হবে। ফিল্টার যদি কোথাও ফেটে, ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তবে তা মেরামত করতে হবে, প্রয়োজনে পরিবর্তন করতে হবে।

গ) ফিল্টার চাপযুক্ত বাতাস দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে। ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে ও ফ্রেশ পানি দিয়ে ধুয়ে শুকিয়ে ফেলতে হবে।

ঘ) ফ্যান মোটর পরিষ্কার: ফ্যান মোটরের বডি ও ব্লেড ভালোভাবে এয়ার ব্রোয়ার দিয়ে আলগা ধুলাবালি পরিষ্কার করতে হবে। নেকড়া দ্বারা বডি ও ব্লেড ভালোভাবে পরিষ্কার করতে হবে।

ঙ) ইভাপোরেটর পরিষ্কার: কেসিং হতে ইভাপোরেটর খুলতে হবে। এয়ার ব্রোয়ার বা চাপযুক্ত বাতাস দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে। ব্রোয়ার টাইপ ইভাপোরেটর হলে পরিষ্কার নেকড়া ও ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি দিয়ে পরিষ্কার করে ফ্রেশ পানি দিয়ে ধুয়ে শুকিয়ে ফেলতে হবে।

চ) সকল অংশ পরিষ্কার করার পর যথাক্রমে ইভাপোরেটর, ফিল্টার কেসিং বা বডি কভার স্থাপন করতে হবে।

ছ) সকল সংযোগ নাট-বোল্ট দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে।

জ) প্লান্ট চালিয়ে স্বাভাবিক অবস্থায় আনতে হবে।

ব্যবহারিক-১০

চিলার রক্ষণাবেক্ষণ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ১. চিলার

২. ডিটারজেন্ট

৩. নেকড়া

৪. পানি

যন্ত্রপাতি : ক) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ

খ) বিভিন্ন প্রকার রেঞ্চ

গ) ব্রাশ

কাজের ধাপ

ক) পাম্প ডাউন সিস্টেমের মাধ্যমে প্লান্ট বন্ধ করতে হবে।

খ) চিলারে সংযুক্ত পানি ও হিমায়ক প্রবাহিত লাইনের ভালভগুলো বন্ধ করতে হবে।

গ) চিলারের উভয় পাশের লাইন বা কভার খুলে প্লান্ট হতে চিলারটি আলাদা করতে হবে।

ঘ) পানি ও ব্রাশ দিয়ে প্রথমে টিউবগুলো পরিষ্কার করতে হবে। ভালোভাবে পরিষ্কার না হলে পানিতে ডিটারজেন্ট মিশ্রিত করে পরিষ্কার করতে হবে। পরিষ্কার পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে।

ঙ) টিউব ও পাইপগুলো ঠিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হবে।

চ) চিলারটি পুনরায় স্থাপন করতে হবে।

জ) উভয় পাশের কভার/টিউব পুনরায় স্থাপন করে প্লান্ট চালিয়ে প্লান্ট-এর ঠান্ডার অবস্থা অনুধাবন করতে হবে। যদি চিলার- 18° সে. থেকে -22° সে. তাপমাত্রা সংরক্ষণ করে তবে বুঝতে হবে চিলারটি কার্যকর আছে।

ব্যবহারিক-১১ এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট চালু করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট

যন্ত্রপাতি:

ক) ক্ল্যাম্প অন অ্যাভোমিটার

খ) ভেলোসিটি মিটার

গ) টুলস বক্স সেট ইত্যাদি

কাজের ধাপ

ক) ক্ল্যাম্প অন মিটার দিয়ে ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে। সিঙ্গেল ফেজে ২২০ ভোল্ট এবং থ্রি-ফেজে ৩৮০-৪০০ ভোল্ট দেখাবে।

খ) তেলের লেভেল পরীক্ষা করতে হবে।

গ) সকল বৈদ্যুতিক সংযোগ পরীক্ষা করে নিতে হবে।

ঘ) মেইন সুইচ অন করতে হবে।

ঙ) চিল্ড ওয়াটার পাম্প চালু করতে হবে।

চ) কুলিং টাওয়ার বা কনডেনসার ফ্যান, ব্লোয়ার ফ্যান ধারাবাহিকভাবে চালু করতে হবে

ছ) স্টার্টারের সুইচটাইট দিয়ে কমপ্রেসর মোটর অন করতে হবে।

জ) প্লান্ট চালু অবস্থায় কারেন্ট পরিমাপ করতে হবে।

ঝ) ম্যানুয়াল অনুযায়ী রানিং কারেন্ট ঠিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হবে।

ঞ) প্লান্টের সাকশন ও ডিসচার্জ প্রেসার গেজে লক্ষ করতে হবে।

ত) ভেলোসিটি মিটার দিয়ে প্রবাহিত বাতাসের বেগ পরিমাপ করে বাতাস সরবরাহের হার পরীক্ষা করতে হবে।

ব্যবহারিক-১২

এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্টে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার জন্য দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট ২. রেফ্রিজারেন্ট সিলিভার

যন্ত্রপাতি: ক) চার্জিং হোজ পাইপ খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) ওজন পরিমাপক যন্ত্র ঘ) অ্যাডজাস্টাবল রেঞ্চ
ঙ) অ্যাম্পিয়ার মিটার চ) ভ্যাকুয়াম পাম্প ছ) নির্মাতার নির্দেশিকা ইত্যাদি

কাজের ধাপ

১) ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের কম্পাউন্ড গেজ পোর্টের সাথে চার্জিং হোজ দিয়ে সাকশন সার্ভিস পোর্টে সংযোগ দিতে হবে এবং আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে গেজ মেনিফোল্ডের হাই-প্রেসার পোর্ট এবং কমপ্রেসরের ডিসচার্জ সার্ভিস পোর্টের সাথে সংযোগ করতে হবে। গেজ মেনিফোল্ডের মাঝের পোর্টের সাথে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ডিপ ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাথে সংযোগ দিতে হবে এবং গেজ মেনিফোল্ডের উভয় হ্যান্ড ভালভ খোলা রেখে ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।

২) ভ্যাকুয়াম পাম্প চালিয়ে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা -৩০" পারদ স্তম্ভে আসার পর কমপক্ষে আরো ৩০ মিনিট ভ্যাকুয়াম করতে হবে। গেজ মেনিফোল্ডের উভয় হ্যান্ড ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে। এ অবস্থায় ১৫-২০ মিনিট রেখে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা ওপরের দিকে ওঠে কিনা লক্ষ রাখতে হবে (লিক টেস্টের জন্য)। যদি কাঁটা স্থির থাকে তবে ভ্যাকুয়াম পাম্প অপসারণ করতে হবে।

৩) ভ্যাকুয়াম পাম্পস্থলে হিমায়ক (রেফ্রিজারেন্ট) সিলিভার সংযুক্ত করতে হবে।

৪) রেফ্রিজারেন্ট সিলিভার ভালভ অল্প পরিমাণ খুলে চার্জিং হোজ মেনিফোল্ড প্রান্তে সামান্য লুজ করে লাইনের বাতাস অপসারণ করতে হবে। বাতাস অপসারণের পর চার্জিং হোজ দৃঢ় করে সংযোগ দিতে হবে। ওজন করে নির্ধারিত পরিমাণ (নির্মাতার নির্দেশিত পরিমাণ) রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে।

৫) সিস্টেমের পারফরমেন্স পরীক্ষা করার জন্য কমপ্রেসর চালু করতে হবে এবং লিকুইড ইন্ডিকেটরে বুদবুদ, কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ, ইভাপোরেটরের ঠান্ডার পরিমাণ ইত্যাদি পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

৬) সাকশন ও ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ ব্যাক সিটে নিয়ে হিমায়ক সিলিভার ও চার্জিং হোজ অপসারণ করে সার্ভিস পোর্ট ডেড ক্যাপ দিয়ে বন্ধ করতে হবে। কমপ্রেসর চালু করার পূর্বে সাকশন ও ডিসচার্জ সার্ভিস ভালভ ইনটারমিডিয়েট পজিশনে আনতে হবে।

নোট: ১. ওজন করে গ্যাস চার্জ করলে চাপ, ইন্ডিকেটরে বুদবুদ, কারেন্টের পরিমাণ দেখার প্রয়োজন হয় না।

২. সার্ভিস ভালভযুক্ত কমপ্রেসরে সার্ভিস ভালভ অপারেট করে সেলফ ভ্যাকুয়াম করা যায় তবে, এটি করা সঠিক নয়। এক্ষেত্রে সঠিক ভ্যাকুয়াম হয় না ও কমপ্রেসরের আয়ু কমে যায়।

ব্যবহারিক-১৩

এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট সার্ভিসিং করার জন্য দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ১. এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট ২. কাপড়ের টুকরা ৩. ট্রে ৪. ডিটারজেন্ট ৫. কেরোসিন

যন্ত্রপাতি : ক) ব্রাশ খ) অ্যাডজাস্টাবল রেঞ্চ গ) সকেট রেঞ্চ ঘ) স্ক্রু ড্রাইভার ঙ) এয়ার ব্লোয়ার চ) নজল ক্লিনার ইত্যাদি

কাজের ধাপ

ক) কমপ্রেসরের বিভিন্ন অংশ পরিষ্কার ও পরীক্ষণ: কমপ্রেসরের প্রধান অংশগুলো খুলে ট্রেতে রাখতে হবে। তার পর কেরোসিনে ডুবিয়ে ব্রাশ দিয়ে ঘষে পরিষ্কার করতে হবে। পরিষ্কার করার পর ধারাবাহিকভাবে সংযোজন করতে হবে। মাউন্টিং বোল্টসহ সকল প্রকার নাট-বোল্ট উত্তমরূপে আটকিয়ে দিতে হবে।

খ) কনডেনসার পরিষ্কার: কমপ্রেসড এয়ারের সাহায্যে আলগা ময়লা পরিষ্কার করতে হবে। তাতে ভালো পরিষ্কার না হলে কাপড় ও ব্রাশ ব্যবহার করতে হবে। কনডেনসারে সংযুক্ত সেফটি ভালভ, ড্রেইন ভালভ, মাউন্টিং ইত্যাদি পরিষ্কার ও পরীক্ষা করতে হবে।

গ) ইভাপোরেটর পরিষ্কার ও পরীক্ষা: সংকুচিত বাতাস দিয়ে ইভাপোরেটর পরিষ্কার করতে হবে। প্রয়োজনে পানির সাথে সামান্য ডিটারজেন্ট মিশ্রিত করে পরিষ্কার করতে হবে। এরপর পরিষ্কার পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে। এয়ার হ্যাভলিং ইউনিটের অংশবিশেষ পরিষ্কার করতে হবে। এবং পরীক্ষা করে দেখতে হবে ইভাপোরেটরের কার্যক্ষমতা ঠিক আছে কিনা।

ঘ) পাম্প পরিষ্কার: কাপড়ের টুকরা বা কমপ্রেসড এয়ার দিয়ে পাম্প পরিষ্কার করতে হবে। পাম্প সিল পানির লাইন ও লাইনে ব্যবহৃত ভালভ পরিষ্কার করতে হবে। হোজ পাইপের সংযোগ থাকলে ভালোভাবে পরীক্ষা করে দেখতে হবে সংযোগ ঠিক আছে কিনা।

ঙ) মোটর পরিষ্কার ও পরীক্ষা: মোটরের বডি কমপ্রেসর ব্লোয়ার বা নেকড়া দিয়ে পরিষ্কার করে মোটরের টার্মিনাল ও সংযোগাদি পরীক্ষা ও দৃঢ় করতে হবে। মোটরের কয়েলের রোধ ও বডি পরীক্ষা করতে হবে। মোটর স্টার্টারের কন্টাক্টর স্টার্ট স্টপ সুইচ ও অন্যান্য অংশ পরীক্ষা করতে হবে।

চ) কুলিং টাওয়ার পরিষ্কার ও পরীক্ষা: রিজার্ভ ট্যাংক হতে পানি বের করতে হবে। যথাক্রমে চাপযুক্ত বাতাস ব্রাশ ও নেকড়া দ্বারা ফ্যান পরিষ্কার করতে হবে। বায়ুপ্রবাহ ও কাপড়ের টুকরা দিয়ে সতর্কতার সাথে মোটর পরিষ্কার করতে হবে। ব্রাশ ও কাপড়ের টুকরা দিয়ে কুলিং টাওয়ারের তলদেশ পরিষ্কার করতে হবে। নজল ক্লিনার দিয়ে স্প্রে নজল পরিষ্কার করতে হবে।

জ) ডাকট পরিষ্কার ও পরীক্ষা: এয়ার ব্লোয়ার দিয়ে ডাকট পরিষ্কার করতে হবে। প্রয়োজনে কাপড়ের টুকরা ব্যবহার করতে হবে। ডাকটের নমনীয়তা পরীক্ষা করতে হবে। অর্থাৎ ডাকট যেন আঁকাবাঁকা না হয়ে যায়।

ব্যবহারিক-১৪

অটো এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনী পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ১. অটো এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনী ২. ব্যাটারি ৩. বরফ

যন্ত্রপাতি: ক) মিটার খ) প্লায়ার্স গ) ক্র ড্রাইভার ঘ) লবণ ইত্যাদি

কাজের ধাপ

ক) সাপ্লাই লাইন পরীক্ষা: ব্যাটারির টার্মিনালদ্বয় দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে। অ্যাভোমিটারের সাহায্যে ব্যাটারির ডিসি ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে। ভোল্টেজ ১০ থেকে ১২ ভোল্ট-এর মধ্যে থাকতে হবে। ভোল্টেজ কম হলে হাইমিটারের সাহায্যে ব্যাটারির চার্জকৃত ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপ করতে হবে। আপেক্ষিক গুরুত্ব কম ব্যাটারি চার্জ করতে হবে।

খ) থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা: AVO মিটার ওহমে সেট করতে হবে। AVO মিটারের প্রোব দুটি থার্মোস্ট্যাটের কন্টাক্ট পয়েন্টদ্বয়ে ধরতে হবে। এ অবস্থায় AVO মিটার কনটিনিউটি দেখাবে। এবার থার্মোস্ট্যাটের রিমোট বাল্ব লবণ মিশ্রিত বরফ কুঁচিতে রাখতে হবে। যদি টিক শব্দ করার পর AVO মিটার কনটিনিউটি না দেখায় তবে থার্মোস্ট্যাট ভুল আছে।

গ) ফ্যান বা ব্লোয়ার মোটর পরীক্ষা : ফ্যান মোটরের সুইচ অন করতে হবে। যদি ঘোরে এবং হাই, লো, মিডিয়াম স্পিড ঠিক থাকে তবে ফ্যান বা ব্লোয়ার-এর লাইন ঠিক আছে।

ঘ) ম্যাগনেটিক ক্লাস পরীক্ষা: ইগনিশন সুইচ ও এসি অন করতে হবে। যদি ম্যাগনেটিক ক্লাচ কমপ্রেসরের সাথে লাগে এবং এসি সুইচ অফ করলে যদি কমপ্রেসর হতে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় তবে ম্যাগনেটিক ক্লাচ ভালো আছে।

ঙ) সলিনয়েড ভালভ পরীক্ষা: সলিনয়েড ভালভে বিদ্যুৎ সংযোগ দিতে হবে এবং বন্ধ করতে হবে। ভালভ প্লাঞ্জার উঠানামা করে শব্দ সৃষ্টি করলে বুঝতে হবে সলিনয়েড ভালভ ভুল আছে।

ব্যবহারিক-১৫

অটো এয়ারকন্ডিশনার চালু করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: অটোমোবাইল AC

যন্ত্রপাতি: ক) AVO মিটার

কাজের ধাপ

ক) AVO মিটার ডিসি ভোল্টে সেট করে ব্যাটারির ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে। ভোল্টেজ ১২ ভোল্ট থাকতে হবে।

খ) ইগনিশন সুইচ অন করতে হবে।

গ) ব্লোয়ার ফ্যান চালু করতে হবে।

ঘ) ইঞ্জিন স্টার্ট করে গতি বৃদ্ধি করতে হবে।

মূল নিয়ন্ত্রণ এসির সুইচ অন করতে হবে।

চ) থার্মোমিটারের সাহায্যে ইভাপারেটর থেকে নির্গত বাতাসের তাপমাত্রা পরিমাপ করে দেখতে হবে তাপমাত্রা কক্ষিত মাত্রায় (12° - 15° সে.) আছে কিনা।

ব্যবহারিক-১৬

অটো এয়ারকন্ডিশনারের রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ১. অটোমোবাইল AC ২. রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার

যন্ত্রপাতি: ক) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড খ) চার্জিং হোজ পাইপ গ) ওজন পরিমাপক যন্ত্র ঘ) ভ্যাকুয়াম পাম্প ঙ) থার্মোমিটার ইত্যাদি।

কাজের ধাপ

ক) সিস্টেম হাইপ্রেসার সাইডে অবস্থিত চার্জিং ভালভ এবং লো প্রেসার সাইডে অবস্থিত চার্জিং ভালভ-এর সাথে ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের হাইপ্রেসার গেজ পোর্ট ও লোপ্রেসার গেজ পোর্ট-এর সাথে চার্জিং হোজ সংযুক্ত করতে হবে।

খ) গেজ মেনিফোল্ডের মাঝের পোর্টে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাথে সংযুক্ত করতে হবে।

গ) গেজ মেনিফোল্ডের ভালভদ্বয় খুলতে হবে এবং ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।

ঘ) কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা -৩০" পারদ স্তম্ভে এলে আরও ৩০ মিনিট ভ্যাকুয়াম করতে হবে।

ঙ) গেজ মেনিফোল্ডের ভালভদ্বয় বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প অপসারণ করতে হবে এবং রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার মাঝের পোর্টে সংযোগ দিতে হবে।

(চিত্র আছে)

এক্সপানশন ভালভ(Expansion), সার্ভিস ভালভ (Service valve), সাইট গ্লাস (Sight glass), ড্রায়ার (Drier), লিকুইড ট্যাংক (Liquid tank), হাইপ্রেসার (High pressure), লো প্রেসার (Low-pressure), কমপ্রেসর (Compressor), কনডেনসার (Condenser), ইভাপোরেটর (Evaporator)

ব্যবহারিক-১৭

অটো এয়ারকন্ডিশনারের রক্ষণাবেক্ষণ করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ১. অটোমোবাইল এয়ারকন্ডিশনার ২. নেকড়া ৩. ডিটারজেন্ট ৪. পানি ৫. লুব অয়েল
যন্ত্রপাতি: ক) ফিল্প কম খ) এয়ার ব্রোয়ার গ) প্রেসার গেজ ঘ) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ ও) সকেট রেঞ্চ চ) ব্রাশ
ছ) ইলেক্ট্রনিক লিক ডিটেকটর জ) বেল্ট টেনশন গেজ ঝা) স্টিল স্কেল ঞা) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড ট) চার্জিং
হোজ ইত্যাদি।

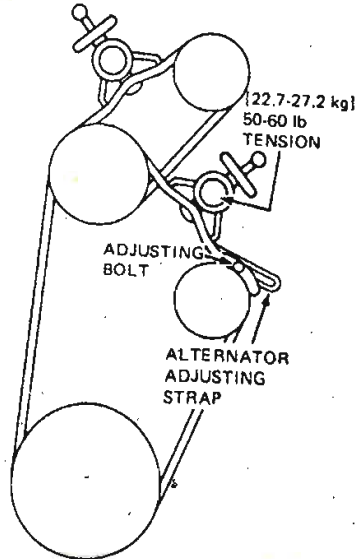
কাজের ধাপ

ক) কমপ্রেসর পরিষ্কার ও পরীক্ষা

চাপযুক্ত বাতাস ও নেকড়া দিয়ে কমপ্রেসর পরিষ্কার করতে হবে। লিক ডিটেকটরের সাহায্যে কমপ্রেসরের লিক পরীক্ষা করতে হবে। কমপ্রেসর অয়েলের লেভেল পরীক্ষা করতে হবে। শ্যাফট ফ্রিনেস ও শ্যাফট সিল পরীক্ষা করতে হবে। কমপ্রেসরের চাপ দেখে এর সাকশন ও ডিসচার্জ ভালভ টেনশন ও ভালভ লিকেজ পরীক্ষা করতে হবে।

খ) বেল্ট টেনশন পরীক্ষা

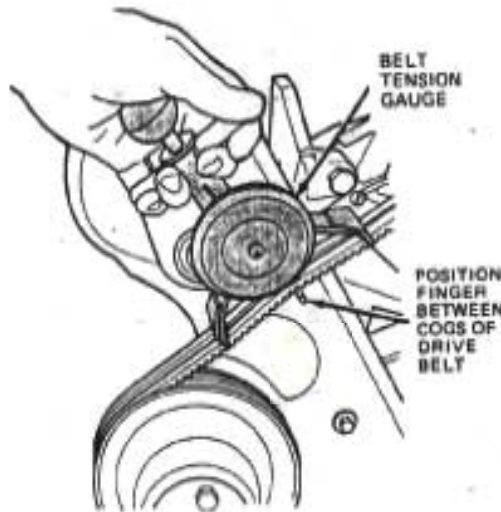
ইউনিটে ব্যবহৃত বেল্টের টেনশন পরীক্ষা করার জন্য বেল্ট টেনশন গেজ ব্যবহার করতে হবে। যদি এ ধরনের গেজ না থাকে তবে বৃদ্ধাঙ্গুলের সাহায্যে বেল্টের মাঝখানে নিচের দিকে চেপে ধরতে হবে। বেল্ট ১২ মি. মি এর বেশি নিচের দিকে চলে গেলে বেল্ট পুলি অ্যাডজাস্টের মাধ্যমে বেল্ট টেনশন ঠিক করতে হবে।



ব্যবহারিক চিত্র: ১৭.১ ক: ফ্যান বেল্ট টেনশন পরিমাপ

গ) কম্প্রেশনার পরিচর্যা

চপকৃত বাতাস ও পানি দিয়ে কম্প্রেশনার পরিচর্যা করতে হবে। এছাড়াও ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি ব্যবহার করতে হবে। কম্প্রেশনারের কিল বাক্স থাকলে কিল কম দিয়ে সোজা করতে হবে।



স্বাক্ষরিত চিত্র: ১৭.১ গ : ক্যাল বেল্ট টেনশন পরিমাপ

ঘ) ক্যাল মোটর পরিচর্যা:

কম্প্রেশন এয়ার দিয়ে ক্যাল মোটর পরিচর্যা করতে হবে। সুপ বা বেরারিং-এ লুব অয়েল দিয়ে পরিচর্যা করার ব্যবস্থা করতে হবে। ক্যাল চালিয়ে এর কম্পন লক করতে হবে এবং সুপ বা বেরারিং-এর অবস্থা পরিমাপ পরীক্ষা করতে হবে।

ঙ) ইন্ডোরেটর পরিচর্যা

ইন্ডোরেটরের কিল এয়ার ফ্লোরার দিয়ে পরিচর্যা করতে হবে। এছাড়াও পানি ও ডিটারজেন্ট ব্যবহার করতে হবে।

চ) কিল্টার

এয়ার ফ্লোরার দিয়ে কিল্টার পরিচর্যা করতে হবে। এছাড়াও পানি ও ডিটারজেন্ট ব্যবহার করতে হবে।

২) মেক্সিকান ডার্ক কন্ডিশন পরীক্ষা: লো প্রেসার ও হাই প্রেসার চার্জিং ভালভের সাথে চার্জিং হোজে দিয়ে ড্রাবল পেজ মেশিনের সাথে সংযোগ দিয়ে হবে। ইন্ডিক্সি চালু করে পেজের পার্ট, ঠান্ডার মাত্রা এবং সাইট গ্রাস পরীক্ষা করে মেক্সিকান ডার্কের অবস্থা জানতে হবে। চার্জ কম থাকলে লিক পরীক্ষা করে পুনঃচার্জিং ব্যবস্থা করতে হবে।

নোট: চার্জ কম থাকলে সাইট গ্রাসে অবস্থিত বুদ্ধিমত্তা সেখানে এক ইন্ডোরেটর থেকে অপেক্ষাকৃত কম মাত্রা বাতাস বের হবে। পূর্ণ চার্জ অবস্থায় হিসাবক R-12 সিস্টেমে ৩০-৩৫° সে. এফিয়েন্ট অপারার বাতাসিক লো সাইট প্রেসার ১.৫-২ kgf/cm^2 এবং হাই সাইটের প্রেসার ১৫-১৫ kgf/cm^2 দেখাবে। হিসাবক 134g- এর ক্ষেত্রে বাতাসিক লো সাইট প্রেসার ২.৫ kgf/cm^2 এবং হিসাবক প্রেসার ১৫ kgf/cm^2 থাকে।

ব্যবহারিক-১৮

বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনী পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) বৈদ্যুতিক বর্তনী সংবলিত একটি বেভারেজ কুলার খ) বরফ গ) লবণ ঘ) গ্লাস

যন্ত্রপাতি: ক) নিয়ন টেস্টার খ) জু ড্রাইভার গ) আড় মিটার ইত্যাদি

কাজের ধাপ

১) গ্লাসের সংযোগ পরীক্ষা

অ্যাভোমিটার-এর সিলেকটর ওহমে সেট করতে হবে। বেভারেজ কুলারের বৈদ্যুতিক বর্তনীর গ্লাসে অ্যাভোমিটার-এর টেস্ট প্রোবদ্বয় ধরতে হবে। সংযোগ ঠিক থাকলে কনটিনিউটি দেখাবে।

২) জয়েন্ট বক্সের পরীক্ষা

জয়েন্ট বক্সের কভার খুলে সংযোগগুলো পরীক্ষা করতে হবে। সংযোগ ঢিলা থাকলে তা টাইট করতে হবে।

৩) মোটরের টার্মিনাল পরীক্ষা

মোটর টার্মিনাল খুলে রিলে ও ওভারলোড প্রটেকটর অপসারণ করতে হবে। অ্যাভোমিটার দিয়ে কয়েলের ওহম পরিমাপ করতে হবে। ওহমের মান থেকে কমপ্রেসরের রান, স্টার্ট ও কমন পয়েন্ট বের করতে হবে।

৪) ওভারলোড প্রটেকটর পরীক্ষা

অ্যাভোমিটার-এর টেস্ট প্রোবদ্বয় ওভারলোড প্রটেকটরের সংযোগ বিন্দুতে ধরতে হবে। কনটিনিউটি দেখালে ওভারলোড প্রটেকটর ভালো আছে।

৫) রিলে পরীক্ষা:

অ্যাভোমিটারের টেস্ট প্রোবদ্বয় রিলের পয়েন্টদ্বয়ে ঢুকতে হবে। কনটিনিউটি না দেখালে কারেন্ট কয়েল রিলে উল্টা করে ধরতে হবে। এ অবস্থায় কনটিনিউটি দেখালে রিলে ভালো আছে।

৬) ফ্যান মোটর পরীক্ষা

অ্যাভোমিটারের টেস্ট প্রোব প্রান্তদ্বয় মোটরের বিভিন্ন লোপে ধরলে কনটিনিউটি দেখাবে। মোটর ঘুরিয়ে সাউন্ড ডিটেকটর দিয়ে মোটর এর বুশ বেয়ারিং-এর শব্দ পরীক্ষা করতে হবে।

৭) থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা

অ্যাভোমিটারের টেস্ট প্রোবদ্বয় থার্মোস্ট্যাট-এর দুই টার্মিনালে ধরলে কনটিনিউটি দেখাবে। এরপর রিমোট বাত্ব পাট্রে রক্ষিত লবণ ও বরফ কুঁচির মিশ্রণে প্রবেশ করালে কিছুক্ষণ পর যদি শব্দ করে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয় এবং কনটিনিউটি না দেখায়, তবে থার্মোস্ট্যাট ভালো আছে বুঝতে হবে।

ব্যবহারিক-১৯

বেভারেজ কুলারে হিমায়ক চার্জ করার জন্য দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ক) বেভারেজ কুলার খ) রেফ্রিজারেটর সিলিভার গ) নন রিটার্ন ভালভ।

যন্ত্রপাতি: ক) চার্জিং হোজ পাইপ খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড গ) ক্ল্যাম্প অন অ্যাভোমিটার ঘ) ওজন পরিমাপক যন্ত্র ঙ) থার্মোমিটার (রিমোট বাব্ব ও ডায়াল টাইপ) চ) অক্সিএসিটিলিন ওয়েল্ডিং সেট।

কাজের ধাপ

- ১) বেভারেজ কুলারের প্রসেস টিউব বা চার্জিং লাইন এ ফ্ল্যাডার ভালভযুক্ত কপার টিউব (নন রিটার্ন ভালভ) ব্রেজিং করে চার্জিং লাইন তৈরি করতে হবে।
- ২) ডাবল গেজ মেনিফোল্ডের কম্পাউন্ড গেজ পোর্ট ও চার্জিং ভালভ বা নন রিটার্ন ভালভের সাথে একটি চার্জিং হোজ পাইপ সংযোগ করতে হবে।
- ৩) গেজ মেনিফোল্ডের মাঝের পোর্টে চার্জিং হোজ দিয়ে রেফ্রিজারেট সিলিভারের সাথে সংযোগ করতে হবে।
- ৪) গেজ মেনিফোল্ডের অপর পোর্টে আরেকটি চার্জিং হোজ দিয়ে ভ্যাকুয়াম পাম্প সংযোগ করতে হবে।
- ৫) গেজ মেনিফোল্ডের ভালভদ্বয় খোলা রেখে ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করতে হবে।
- ৬) কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা -* তে আসার পর কমপক্ষে ৩০ মিনিট ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু রাখতে হবে।
- ৭) গেজ মেনিফোল্ডের হাই সাইডের ভালভ বন্ধ করে ভ্যাকুয়াম পাম্প বন্ধ করতে হবে। ১০-১৫ মিনিট অপেক্ষা করে দেখতে হবে কম্পাউন্ড গেজের কাঁটা ওপরে ওঠে কিনা (লিক টেস্ট)।
- ৮) রেফ্রিজারেট সিলিভারটি পরিমাপক যন্ত্রের ওপর রেখে ওজন করতে হবে।
- ৯) নির্মাতার নির্দেশ অনুযায়ী নির্দিষ্ট ওজনের হিমায়ক চার্জ করতে হবে।
- ১০) রেফ্রিজারেটর চালু করে ক্ল্যাম্প অন মিটারে কারেন্ট পরিমাপ করতে হবে।
- ১১) ইভাপোরেটরে ঠান্ডার পরিমাণ ডায়াল টাইপ থার্মোমিটার দিয়ে পরিমাপ করতে হবে।
- ১২) যদি কারেন্ট গ্রহণ-এর পরিমাণ এবং ঠান্ডার পরিমাণ কাক্ষিত পর্যায়ে থাকে তবে চার্জিং লাইনে ডেড ক্যাপ লাগিয়ে দিতে হবে অথবা সিল করতে হবে।

ব্যবহারিক-২০

বেভারেজ কুলার সার্ভিসিং করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ১. বেভারেজ কুলার ২. পানি ৩. ডিটারজেন্ট ৪. নেকড়া

যন্ত্রপাতি : ক) ক্ল্যাম্প অন মিটার খ) এয়ার ব্লোয়ার

কাজের ধাপ

ক) এয়ার ব্লোয়ার দিয়ে কনডেনসার-এর আলগা ধুলাবালি পরিষ্কার করতে হবে। কাপড়ের নেকড়া দিয়ে মুছে প্রয়োজনে ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি ব্যবহার করতে হবে। পরে পরিষ্কার পানি ও নেকড়া ব্যবহার করে কনডেনসার ধুয়ে ফেলতে হবে।

খ) পরিষ্কার পানি ও নেকড়া ব্যবহার করে ইভাপারেটর ধুয়ে ফেলতে হবে।

গ) এয়ার ব্লোয়ার ও নেকড়া দিয়ে কমপ্রেসর পরিষ্কার করতে হবে।

ঘ) ফ্যান মোটর পরিষ্কার নেকড়া ব্যবহার করে পরিষ্কার করতে হবে।

ঙ) ইলেকট্রিক সংযোগ ঢিলা থাকলে তা দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে।

চ) কমপ্রেসর মোটর ও ফ্যান মোটর চালু করে ক্ল্যাম্প অন মিটার দিয়ে কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ দেখতে হবে ও ঠান্ডার পরিমাণ অনুধাবন করে এর কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ করতে হবে। নির্মাতার নির্দেশিত পরিমাণ ঠান্ডা এবং কারেন্ট ব্যয় হলে বুঝতে হবে এর কার্যকারিতা ঠিক আছে।

ব্যবহারিক-২১

স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপন করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল: ১. স্প্লিট টাইপ এসি ২. রয়াল বোল্ট ৩. রয়াল প্লাগ ৪. ক্রু ৫. অ্যাঙ্গেলের ফ্রেম ৬. কপার পাইপ ৭. ইনসুলেশন টেপ ৮. ড্রেন পাইপ ৯. সংযোগ তার ১০. বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম

যন্ত্রপাতি: ক) ড্রিল মেলিন খ) ফ্লোরিং টুলস সেট গ) ওয়াটার লেভেল ঘ) অ্যাডজাস্ট্যাবল রেশ ঙ) কাটিং প্লায়ার্স চ) ক্ল্যাম্প অন মিটার ছ) সার্ভিস ভালভ এলেন কি ইত্যাদি।

কাজের ধাপ

ক) স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার স্থাপনের জন্য স্থানটি পরিদর্শন করতে হবে এবং স্থান নির্বাচন করতে হবে।

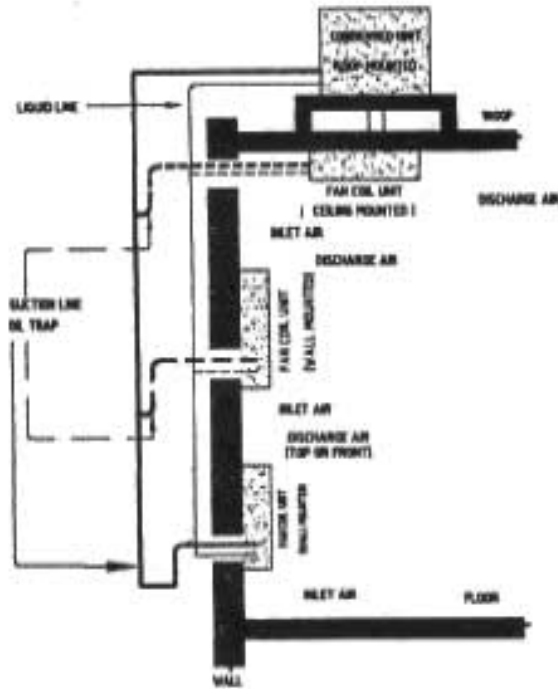
খ) প্রয়োজনীয় মাপে স্ট্যান্ড তৈরি করতে হবে।

গ) ইনডোর ইউনিট স্থাপনের জন্য এমন জায়গা নির্বাচন কর যেন বাতাস রুমের সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে।

ঘ) ইনডোর ইউনিটের বেজটি ওয়াটার লেভেলের সাহায্যে লেভেল করতে হবে এবং ড্রিল দিয়ে ছিদ্র করে রয়্যাল প্লাগ লাগাতে হবে।

ঙ) বেজটি স্থাপন করতে হবে এবং ইনডোর ইউনিটটি বেজে সেটিং করতে হবে।

চ) আউট ডোর ইউনিট স্থাপনের জন্য খোলামেলা জায়গা নির্বাচন করতে হবে, যেখানে রোদ্র কম পড়ে।



ব্যবহারিক ডিগ্রি। ২৩.১। অডিটরের ইউনিট ওপরে স্থাপনের জন্য সাকশন লাইনে ইউট্রাপ ব্যবহার

হ) প্রয়োজনীয় মাশে মেয়াল স্থির করতে হবে এবং রহস্যল বোষ্ট দিগে স্ট্যান্ডটি সূক্ষ্মভাবে অটিকতে হবে।

খ) অডিটরের ইউনিট স্ট্যান্ডের উপর সঠি বোষ্ট দিগে অটিকতে হবে।

গ) ইনডোর ও অডিটরের ইউনিটের মধ্যে পাইপিং সংযোগ করতে হবে।

গ) ইনডোর ও অডিটরের ইউনিটের মধ্যে কৈলুতিক সংযোগ লিতে হবে।

চ) ইউট্রাপ ব্যবহার করে স্লেন লাইন ভেরি করে ইনডোর ইউনিটে লাগাতে হবে।

ঠ) গ্যাস লক থেকে পাইপ বাহুয়ুত করতে হবে এবং সংযোগ টাইট করতে হবে।

ড) ইউনিট চলু করে কারেন্ট প্রবহন পরিমাণ ও ঠান্ডার পরিমাণ কলিকত দ্বারা আলে কিলে পরীবেকন করতে হবে।

ঢ) পাইপিং-এর বেলে প্রবর্তকরকের নির্দেশনা অনুসরণ করতে হবে। লগা সর্বোচ্চ ৭৫ ফুট এবং খড়া উচ্চতা ২০ ফুটের বেশি হবে না। অডিটরের ইউনিট ওপরে স্থাপন করলে প্রতি ৫ বিটাব পরপর সাকশন লাইন ইউট্রাপ ব্যবহার করতে হবে। প্রজ্ঞানসম্মত ডিভাইল অডিটরের ইউনিট ব্যবহার করলে সাকশন ও ডিসচার্জ পাইপ লাইনে পৃথকভাবে ইনসুলেশন ব্যবহার করতে হবে।

ব্যবহারিক-২২

স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার সার্ভিসিং করার দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

১. স্প্লিট টাইপ এসি ২. নেকড়া ৩. ডিটারজেন্ট ৪. পানি ইত্যাদি

যন্ত্রপাতি:

ক) অ্যাডজাস্টাবল রেশঃ খ) স্টার স্ক্রু ড্রাইভার গ) এয়ার ব্লোয়ার ঘ) ব্রাশ ঙ) লিক ডিটেকটর

কাজের ধাপ

ক) বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করতে হবে।

খ) সিস্টেমে কোনো লিক আছে কিনা তা লিক ডিটেকটরের সাহায্যে পরীক্ষা করতে হবে।

গ) ইনডোর ইউনিটের কেসিং খুলতে হবে এবং ব্রাশ ও এয়ার ব্লোয়ার দিয়ে ফিল্টার পরিষ্কার করতে হবে।

ঘ) ইভাপারেটর চাপযুক্ত বাতাস, পানি ও নেকড়া দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।

ঙ) ব্লোয়ার ফ্যান ও এয়ার সুইং মোটর পরিষ্কার করতে হবে।

চ) ড্রেন লাইন পরিষ্কার করতে হবে।

ছ) আউটডোর ইউনিটের কেসিং খুলতে হবে ও কমপ্রেসর, কনডেনসার ফ্যান, নেকড়া ও ব্লোয়ার দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।

জ) কনডেনসার এয়ার ব্লোয়ার দিয়ে ও উচ্চবেগে পানি দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে। ভালো পরিষ্কার না হলে পানিতে সামান্য ডিটারজেন্ট কয়েল ক্লিনার মিশ্রিত করে পরিষ্কার করতে হবে এবং পরিষ্কার পানি দিয়ে ধুয়ে ব্লোয়ার দিয়ে শুকিয়ে ফেলতে হবে।

ঝ) সকল বৈদ্যুতিক সংযোগ লাগাতে হবে।

ঞ) কেসিং লাগিয়ে ইউনিট চালু করে কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ ও ঠান্ডার পরিমাণ কাজক্ষত মাত্রায় আসে কিনা পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

ব্যবহারিক-২৩

রিমোট কন্ট্রোল টাইপ স্প্লিট এয়ারকন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনী সম্পর্কে দক্ষতা অর্জনকরণ

মালামাল:

১. স্প্লিট টাইপ এসি
২. রিমোট কন্ট্রোল
৩. নেকড়া
৪. ডিটারজেন্ট
৫. পানি ইত্যাদি

যন্ত্রপাতি:

- ক) অ্যাডজাস্টাবল রেঞ্চ
- খ) স্টার স্ক্রু ড্রাইভার
- গ) এয়ার ব্রোয়ার
- ঘ) ব্রাশ
- ঙ) লিক ডিটেকটর

কাজের ধাপ

- ক) বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করতে হবে।
- খ) সিস্টেমে কোনো লিক আছে কিনা তা লিক ডিটেকটরের সাহায্যে পরীক্ষা করতে হবে।
- গ) ইনডোর ইউনিটের কেসিং খুলতে হবে এবং ব্রাশ ও এয়ার ব্রোয়ার দিয়ে ফিল্টার পরিষ্কার করতে হবে।
- ঘ) ইভাপারেটর চাপযুক্ত বাতাস, পানি ও নেকড়া দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।
- ঙ) ব্রোয়ার ফ্যান ও এয়ার সুইং মোটর পরিষ্কার করতে হবে।
- চ) ড্রেন লাইন পরিষ্কার করতে হবে।
- ছ) আউটডোর ইউনিটের কেসিং খুলতে হবে ও কমপ্রেসর, কনডেনসার ফ্যান, নেকড়া ও ব্রোয়ার দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।
- জ) কনডেনসার এয়ার ব্রোয়ার দিয়ে ও উচ্চবেগে পানি দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে। ভালো পরিষ্কার না হলে পানিতে সামান্য ডিটারজেন্ট কয়েল ক্লিনার মিশ্রিত করে পরিষ্কার করতে হবে এবং পরিষ্কার পানি দিয়ে ধুয়ে ব্রোয়ার দিয়ে শুকিয়ে ফেলতে হবে।
- ঝ) সকল বৈদ্যুতিক সংযোগ লাগাতে হবে।
- ঞ) কেসিং লাগিয়ে ইউনিট চালু করে কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ ও ঠান্ডার পরিমাণ কাজকৃত মাত্রায় আসে কিনা পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

২০১৮ শিক্ষাবর্ষ

রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং-২

শিক্ষা নিয়ে গড়ব দেশ
শেখ হাসিনার বাংলাদেশ

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিকার ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেন্টারে
১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন

২০১০ শিক্ষাবর্ষ থেকে গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক
বিনামূল্যে বিতরণের জন্য